

7030 / ITS / 4 / 95

STUDI PENGKAJIAN SENTRAL TELEPON DIGITAL KECIL STK-1000

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	17 APR 1995
Terima Dari	H
No. Agenda Pp.	5751

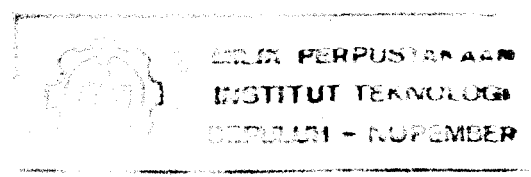


RSE
621.387
Mul
S-1
1995

Oleh :

ARI MULADI
2882200988

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**



**STUDI PENGKAJIAN
SENTRAL TELEPON DIGITAL KECIL STK-1000**

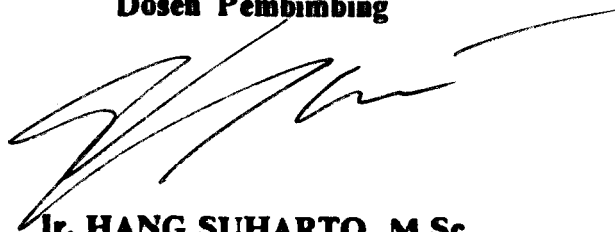
TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada**

**Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. HANG SUHARTO, M.Sc

NIP. 130 520 753

SURABAYA

1995

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital di bidang telekomunikasi diharapkan membawa pada kemampuan untuk membuat suatu rancangan sentral telepon yang handal dan fleksibel serta dapat diterapkan pada jaringan digital pelayanan terpadu atau *integrated services digital network* (ISDN). Untuk merealisasikan hal tersebut maka dibuat suatu program kerja sama antara P.T. TELKOM dengan P.T. Elektrindo Nusantara untuk mengadakan penelitian dan pengembangan suatu sentral telepon digital kecil yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan di luar kota-kota besar atau cakupan wilayah yang relatif kecil. Sentral tersebut bernama STK-1000 dengan kapasitas 3000 sst.

Dalam tugas akhir ini dibahas mengenai konsep dasar, konfigurasi dan aplikasi sistem switching STK-1000 yang meliputi sistem arsitektur dan subsistem-subsistem yang ada, serta akan dibahas pula pengukuran parameter yang diambil dari alat-alat ukur (*counter*) yang tersedia pada STK-1000 untuk menganalisa hasil operasi STK-1000 serta menentukan dimensi trunk incoming dan outgoing yang dibutuhkan. Untuk ini dikaji STK-1000 yang terpasang di STO Pandaan, Pasuruan, Jawa Timur.

Pembahasan dan analisa dalam studi pengkajian ini bersifat teoritis/analitis di mana teori didapatkan dari literatur dan data-data yang didapat dari lapangan, kemudian dianalisa sehingga didapatkan kesimpulan di akhir bab dalam tugas akhir ini.

Sistem STK-1000 mempunyai konfigurasi sistem yang modular sehingga mempunyai sistem arsitektur yang fleksibel, yaitu dapat digunakan untuk kapasitas dari 128 sst sampai dengan 3000 sst. STK-1000 tersusun dari tiga sub sistem fungsional yaitu *traffic subsystem*, *control subsystem* dan *maintenance and operation subsystem*. STK-1000 dirakit dengan sistem rak yang kecil dan mampu memuat 1024 sst, terdiri dari 4 *shelf* untuk *line card*, masing-masing dapat memuat 16 *line card* yang identik dengan 256 sst. Antara sub sistem, DSM dan *main computer* dihubungkan dengan jalur hubungan standar yang terdiri dari DHWY (*digital highway*) dan GL (*group link*).

Dari hasil pembahasan dalam tugas akhir ini dapat ditunjukkan bahwa *traffic ability* dan *traffic reliability* sentral adalah 99,7933 % dan 100 %, hal ini menunjukkan bahwa STK-1000 sudah cukup handal dan mampu menangani trafik yang ditawarkan, kemudian dimensi trunk STK-1000 Pandaan yang disarankan dari hasil perhitungan adalah 11 sirkit untuk o/g MEA, 32 sirkit untuk o/g SLJJ dan 35 sirkit untuk incoming.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karuniaNya, maka akhirnya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul:

STUDI PENGKAJIAN

SENTRAL TELEPON DIGITAL KECIL STK-1000

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada bidang studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Akhirnya kami berharap semoga pembahasan dalam tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkannya.

Surabaya, Februari 1995

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

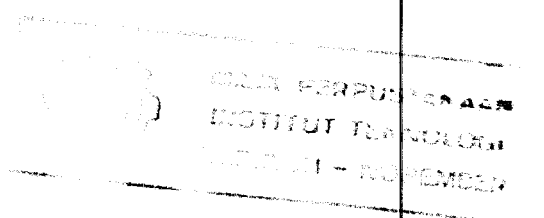
Dengan selesainya Tugas Akhir ini, maka kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Bapak Ir. Hang Suharto, M. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak DR. Ir. M. Salehudin, M. Eng., Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. M. Aries Purnomo selaku Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Ir. Yanto Suryadhana sebagai dosen wali pada tahap sarjana.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro yang memberikan bimbingan belajar dan bantuan selama masa studi.
6. Ayahanda (alm) tercinta dan selalu terkenang yang telah menjadi sumber semangat dan motivasi bagi penulis.
7. Yang tercinta Ibunda dan kakak-kakakku yang secara langsung dan dengan curahan kasih sayang telah banyak memberikan bantuan, dukungan serta dorongan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Para karyawan dan staf Pusrenbangti P.T. TELKOM Bandung yang telah memberikan bantuan dan bimbingan, Bapak Ir. Pramudita dan Bapak Ir. Abdullah Ahmad dari P.T. Elektrindo Nusantara, Bapak Suroyo, Bapak Imam beserta para karyawan Kandatel Pasuruan yang telah meluangkan waktu selama penulis mencari data dan literatur.

9. Rekan Nurhimawan-Bandung yang telah banyak membantu selama penulis mencari data di Bandung.
10. Keluarga Ir. Sutomo yang banyak memberikan bantuan serta dorongan selama penulis menempuh studi hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Ferman '*Payi*' Paripurno untuk kesediaannya menjadi sahabat dengan tulus disamping sebagai adik "*Be a man among men, guy!*".
12. Keluarga Drs. Pramudya Sulistiana dan Keluarga Drs. Arief Ariyanto K. atas dorongan, semangat dan bantuan kepada penulis.
13. M. Edi Purnomo dan Agung Hartawan yang telah banyak membantu dan memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. My ex room-mate R. Lodang '*Gang Dolly*' Wiganggo-Batam yang turut memberi semangat untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini "*Hire nyunying-mu dab?*".
15. Teman-teman satu kampung: Ali '*Midex*' Hamidi- nyodhjo panyu paling pahiny-an, Tri '*Sugex*' Sugiyanto, Jatmiko '*Gêndhêng*' my truly bodyguard, Bagus '*Padmul*' Mardananto atas kesediaannya menampung penulis dikala menjadi nomadden, Canaria '*Cap*' Agus Palmer "*Hire kabare Kang Fredie?*". "*Dayi dab...! Thank's for all.*"
16. Teman-teman seperjuangan dalam satu bimbingan: Agung '*Kriwul*' Budianto, Atang '*Corn-Pecker*' Wibowo, Cahyo Mustiko "*Awas ! Tutup kuping...*"; Arief '*Bendhol*' Hartoyo, Tegoeh '*Huget*' Soeprajitno, Andreas '*John Deacon*' Indra yang telah banyak memberikan informasi "...Another one bites the dust..", Sigit '*Singik*' Sunaryono, Bagus '*Penjahat*' Aryanto, teman yang setia dalam berbagai kuliah V.B. '*Bona*' Wahyuadi, Kris Ermawan untuk master MS Word 2.0-nya, Kanca KP F.X. Widi '*Paidi*' Tjatur. "*Thank's rek!! Good Luck!*".
17. Teman-teman Lab. B301, teman-teman di Bidang Studi Teknik Telekomunikasi dan teman-teman di Jurusan Teknik Elektro yang banyak membantu selama kuliah.

18. Teman-teman terdekat yang turut serta memotivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini: Setyo '*Tiyok*' Nugroho, Ely '*Tumor*' Sasongko dan Anang '*Darmawan*' Rahmadi "...Sayang adhine Anang, ya...", Sigit '*Pitik*' Hanandaya -my groovy kind friend.
19. Hertien Ratna Mustika terkasih dan tak terlupakan, yang dengan ketulusan dan kesetiaan selalu mendampingi, memberi pengertian baik dalam suka maupun duka.

Semoga bimbingan dan dorongan yang diberikan kepada penulis senantiasa mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Kuasa, Amin.



DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
2. 2. Permasalahan.....	1
1. 3. Pembatasan Masalah.....	2
1. 4. Metodologi.....	3
1. 5. Sistematika Pembahasan.....	4
1. 6. Tujuan.....	4
1.7. Relevansi.....	4

BAB II

TEORI PENUNJANG.....	5
2. 2. Teori Dasar.....	5
2. 2. 1. Prinsip PCM.....	6
2. 2. 2. Kuantisasi	8
2. 2. 3. Encoding/Decoding.....	10
2. 2. 4. Teknik Multipleksing Pada PCM	13
2. 2. 4. 1. Frame Untuk Sinyal 2 Mbps (CCITT Rec. G.704)	14
2. 2. 5. Mode Operasi Transmisi.....	16
2. 3. Teori Trafik.....	18
2. 3. 1. Model Erlang	21
2. 3. 2. Sistem Tunda	23
2. 3. 3. Penghitungan Parameter Network	24
2. 3. 3. 1. ASR (Answer Seizure Ratio)	25
2. 3. 3. 2. SCH (Seizure per Circuit per Hour)	26
2. 3. 3. 3. MTHS (Mean Holding Time per Seizure)	27
2. 3. 3. 4. OCC (Occupancy Circuit).....	27
2. 3. 3. 5. Distribusi Loss Call.....	27
2. 3. 3. 6. SCR (Successful Call Ratio)	29
2. 3. 3. 6. 1. Perhitungan SCR Dari ASR	31
2. 3. 4. Analisa Kondisi Sirkuit Dengan Menggunakan Parameter Network.....	32
2. 4. Konsep Switching	33
2. 4. 1. Fungsi Switching.....	35
2. 4. 2. Fungsi Kontrol	35
2. 4. 3. Fungsi Pensinyalan (Signalling).....	37

2. 4. 3. 1. Line Signalling (Sinyal Pengawasan)	38
2. 4. 3. 2. Register Signalling	40
2. 4. 3. 3. Channel Associated Signalling.....	43
2. 4. 3. 4. Common Channel Signalling	44
2. 4. 4. Fungsi Operasi Dan Pemeliharaan.....	47
2. 4. 5. Fungsi Antarmuka Transmisi Dan Pensinyalan.....	47
2. 4. 6. Jaringan Switching (Switching Network).....	48
2. 4. 6. 1. Proses Penyambungan.....	49
2. 4. 6. 1. 1. Time Switching.....	49
2. 4. 6. 1. 2. Space Switching.....	53
2. 4. 6. 1. 3. Space-time Switching.....	54
2. 4. 6. 2. Struktur Jaringan	55
2. 4. 6. 2. 1. Time-Space-Time (TST).....	55
2. 4. 6. 2. 2. Space-Time-Space (STS).....	55
2. 4. 7. Switching Nonblocking.....	57
2. 4. 7. 1. Switching Multi-tahap.....	57
2. 4. 7. 2. Switching Multi-tahap Nonblocking.....	59
2. 4. 7. 3. Blocking Pada Switching Multi-tahap	61

BAB III

KONSEP, KONFIGURASI DAN APLIKASI

SISTEM STK-1000.....	64
3. 1. Umum.....	64
3. 2. Sistem Arsitektur STK-1000	66
3. 2. 1. Konsep Sistem Dan Modularitas STK-1000	67
3. 2. 2. Arsitektur STK-1000	69
3. 2. 3. Digital Highway dan Group Link.....	71

3. 2. 3. Digital Highway Extender (DHX) Card	72
3. 2. 3. 1. Prinsip Kerja DHX Card	73
3. 2. 4. Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) Card	76
3. 2. 4. 1. Prinsip Kerja DTMF Card	76
3. 2. 4. 2. Kapasitas DTMF Card	78
3. 2. 5. Multi Frequency (MF) Card	79
3. 2. 6. Line Card	81
3. 2. 6. 1. Kontrol	82
3. 2. 6. 2. POT Modul	84
3. 2. 7. Built In Test (BIT) Card	86
3. 2. 8. Alarm Card	88
3. 2. 9. Announcement Card	90
3. 2. 10. Digital Switching Module	92
3. 2. 10. 1. Central Processing Unit (CPU) Card	92
3. 2. 10. 2. Intelligent Serial Input Output (ISIO) Card	94
3. 2. 10. 3. Siwtch Matrix (SMX) Card	94
3. 2. 10. 3. 1. Prinsip Kerja SMX	95
3. 2. 11. Administration and Maintenance Terminal	97
3. 2. 11. 1. Prinsip Kerja Dan Spesifikasi AMT	97
3. 3. Sistem Administrasi Trafik STK-1000	98
3. 4. Proses Penyambungan Pada STK-1000	99
3. 4. 1. Panggilan Internal (Internal call)	100
3. 4. 2. Panggilan Keluar (Outgoing Call)	101
3. 4. 3. Panggilan Masuk (Incoming Call)	101
3. 5. Aplikasi Dan Kapasitas Sistem STK-1000	102
3. 5. 1. Rasio Koneksi Internal	103

3. 5. 2. Kapasitas Sistem STK-1000	103
3. 5. 2. 1. Originating Traffic Per Line Unit.....	104
3. 5. 3. Implementasi STK-1000.....	105

BAB IV

PENGUKURAN, ANALISA PARAMETER

DAN PENDIMENSIONIAN TRUNK STK-1000 DI STO PANDAAN..... 108

4. 1. Umum	108
4. 2. Konfigurasi Rute Trunk STK-1000 STO Pandaan	108
4. 3. Pengukuran Dan Penghitungan Parameter STK-1000 Pandaan.....	112
4. 3. 1. Penghitungan Distribusi Loss Call	113
4. 3. 2. Penghitungan ASR Dan SCR.....	114
4. 3. 3. Penghitungan SCH, MHTS Dan Occupancy	116
4. 3. 4. Evaluasi Traffic Ability Dan Trafik Reliability STK-1000 Pandaan	117
4. 3. 4. 1. Traffic Ability STK-1000 Pandaan	117
4. 3. 4. 2. Traffic Reliability STK-1000 Pandaan	119
4. 4. Konversi Carried Traffic ke Offered Traffic	119
4. 5. Analisa Parameter Network STK-1000 Pandaan	121
4. 5. 1. Analisa Loss Call.....	121
4. 5. 2. Analisa ASR Dan SCR	124
4. 5. 3. Analisa SCH, Occupancy Sirkuit Dan MHTS	125
4. 6. Pendimensionian Trunk STK-1000 Pandaan	127

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN..... 130

5. 1. Kesimpulan	130
------------------------	-----

5. 2. Saran	132
-------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	133
----------------------	-----

LAMPIRAN 1
SWITCING PLANNING FTP-TELKOM

LAMPIRAN 2
SIGNALLING PLANNING FTP-TELKOM

LAMPIRAN 3
CONTOH TABEL NWP DAN FILE DATA STK-1000

LAMPIRAN 4
ATRIBUT PELANGGAN STK-1000

LAMPIRAN 5
DATA PARAMETR NETWORK STK-1000 PANDAAN

LAMPIRAN 6
USULAN TUGAS AKHIR

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2-1 Proses Modulasi PCM	6
2-2 Pulse Code Modulation.....	7
2-3 Kuantisasi Pada PCM	
(a) Kuantisasi Uniform.....	9
(b) Kuantisasi Nonuniform.....	9
2-4 Karakteristik A-law.....	10
2-5 Encoding.....	11
2-6 Decoding.....	12
2-7 Rekonstruksi Sinyal Analog	12
2-8 Multiplexing Pada PCM.....	14
2-9 Frame sinyal 2 Mbit/s (CCITT Rec. G.704).....	15
2-10 Frame Signalling Untuk Sinyal 2 Mbit/s	16
2-11 Mode Transmisi PCM	
(a) Transmisi Asinkronus	17
(b) Transmisi Sinkronus	17
2-12 Contoh Dari sebuah Group Trunk.....	19
2-13 Contoh Trafik Pada Group Trunk A-B.....	20
2-14 Kurva Yang Menunjukkan Jumlah Trunk Yang Dibutuhkan Untuk Lost Call Probability Tertentu	23
2-15 Kontrol Terpusat	36

2-16 Kontrol Tersebar	37
2-17 E&M Signalling	39
2-18 Sinyal Pengalamatan Pulsa Dial	41
2-19 Pengambilan Signalling Kanal 16 Digital Trunk Modul Sistem ITT 1240	44
2-20 Sistem Common Channel Signalling	45
2-21 Perbandingan antara Sistem CCS Dan MF Signalling	46
2-22 Ilustrasi Jaringan Switching	49
2-23 Syarat Time Switch	50
2-24 Time slot Interchanger Pada Time Switch	51
2-25 16 x 16 Time Division Space Switch	53
2-26 Time-Space Switching	54
2-27 Jaringan switching TST	56
2-28 Jaringan Swtching STS	56
2-29 Switching Nonblocking Satu-Tahap	57
2-30 Matriks Switching Tiga-tahap	58
2-31 Matriks Switching Tiga-tahap Nonblocking	60
2-32 Metode Lee.	63
2-33 Contoh Jaringan Tiga-tahap	63
3-1 Sistem Rak STK-1000	65
3-2 Bagan STK-1000	67
3-3 Modul Generik STK-1000	69
3-4 Arsitektur STK-1000	70
3-5 Digital Highway STK-1000	72
3-6 Diagram Blok DHX Card	74
3-7 Bagan DTMF Card STK-1000	78
3-8 Blok Diagram MF Card STK-1000	80

3-9	Diagram Blok Line Card STK-1000	81
3-10	Diagram Bagian Kontrol Line Card STK-1000	82
3-11	Diagram Blok POT Modul	85
3-12	Diagram Blok BIT Card STK-1000	87
3-13	Diagram Blok Alarm Card STK-1000	89
3-14	Diagram Blok announcement Card STK-1000	91
3-15	Diagram Blok CPU Card	93
3-16	Diagram Blok ISIO Card	94
3-17	Contoh Connection Memory	96
3-18	Bagan switch matrix STK-1000	96
3-19	Sistem Administrasi Trafik Untuk Call event Distribution	99
3-22	Contoh Implementasi STK-1000	105
3-23	Implementasi STK-1000 Di STO Pandaan	106
4-1	Konfigurasi Rute Trunk o/g STK-1000 Pandaan	110
4-2	Konfigurasi Rute Trunk i/c STK-1000 Pandaan	110
4-3	Konfigurasi Rute Trunk o/g Menurut Nomor Rute	111
4-4	Jaringan MEA Pasuruan	111
4-5	Trafik Terukur Pada Rute-rute O/G Dan I/C STK-1000 Pandaan	113
4-5	Proses Penghitungan Loss Call STK-1000	113
4-6	Blok Diagram Penghitungan Carried Dan Offered Call	118
4-7	Konfigurasi Dimensi Trunk STK-1000 Pandaan	128

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2-1 Kombinasi Dual Tone Multi Frequency (CCITT Reg. Q.23)	41
2-2 Kode Sinyal MF Antarregister Bell (R1 Signalling)	42
3-1 Sub sistem STK-1000	68
3-2 Nada-nada Sentral	77
3-3 Rasio Koneksi Internal	104
4-1 Rincian Distribusi Loss Call STK-1000 STO Pandaan	114
4-2 Parameter Network STK-1000 Pandaan	121
4-3 Jumlah Sirkuit Trunk STK-1000 Pandaan	128

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital di bidang telekomunikasi diharapkan dapat membawa kita pada kemampuan untuk membuat suatu rancangan sentral telepon yang handal dan fleksibel serta dapat diterapkan pada jaringan digital pelayanan terpadu atau *integrated services digital network* (ISDN).

Untuk merealisasikan hal tersebut di atas, maka dibuat suatu program penelitian serta pengembangan suatu sentral telepon digital kecil. Program tersebut diadakan oleh P.T. TELKOM bekerja sama dengan P.T. Elektrindo Nusantara. Sentral tersebut dinamakan STK-1000. Sentral ini mempunyai kapasitas 3000 sst.

STK-1000 ditujukan untuk memenuhi kebutuhan di luar kota-kota besar atau untuk cakupan wilayah yang relatif kecil (misalnya, rural, ibu kota kecamatan, kawasan industri atau *real estate*).

2. 2. PERMASALAHAN

STK-1000 adalah hasil rekayasa P.T. TELKOM dan P.T. Elektrindo Nusantara dalam usaha untuk memperoleh suatu sentral telepon yang *feasible*, sesuai dengan kondisi di Indonesia dan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu mampu bekerja dengan sistem transmisi PCM 30 kanal dengan sistem encoding *A-Law*, mode

transmisi *synchronous* dan *plesiochronous*, dan sentral harus mampu bekerja dalam lingkungan analog.

Dari hasil pengembangan yang telah dilakukan sampai saat ini telah dibuat beberapa prototip dari sentral tersebut, dan telah dicoba untuk diinstalasi dan dioperasikan pada beberapa lokasi di pulau Jawa dan Bali, yaitu:

- lokasi Cicalengka, WITEL-V Bandung
- lokasi Ungaran, WITEL-VI Semarang
- lokasi Pandaan, WITEL-VII Surabaya
- lokasi Ubud dan Baturiti, WITEL-VIII Denpasar

dan saat ini sedang diinstalasi STK-1000 dengan kapasitas 2000 sst di Delanggu, WITEL VI Semarang.

Untuk memenuhi fungsi-fungsi sebagaimana sentral telepon lainnya yang mempunyai kapasitas lebih besar, STK-1000 didesain terdiri dari beberapa unit fungsi dalam card-card yang bekerja secara independent dan membentuk beberapa sub-sistem dibawah kontrol suatu unit pusat komputer atau *central processing unit* (CPU). Sehingga sub-sistem (*card function*) STK-1000 di samping menangani fungsi-fungsi khusus yang dibebankan oleh sentral, juga menerima perintah-perintah (*command*) secara integral dari CPU dan mengirimkan informasi-informasi status pada sub-sistem tersebut.

Dari hasil penelitian dan pengembangan di atas, akan dikaji bagaimana sistem *switching* yang digunakan dan implementasi STK-1000 pada jaringan telepon yang telah ada agar diperoleh hasil yang optimum, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

1. 3. PEMBATAAN MASALAH

Dalam tugas akhir ini dibahas sistem switching STK-1000 secara umum yaitu konsep dasar dan konfigurasi sistem switching-nya yang meliputi arsitektur sistem dan

subsistem-subsistem yang ada serta akan dibahas pula pengukuran parameter yang diambil dari alat-alat ukur (*counter*) yang tersedia pada STK-1000 untuk menganalisa hasil operasi STK-1000 serta menentukan dimensi trunk incoming dan outgoing yang dibutuhkan. Untuk ini dikaji STK-1000 yang terpasang di STO Pandaan, Pasuruan, Jawa Timur.

1. 4. METODOLOGI

Dalam tugas akhir ini dilakukan pengkajian secara teori/analitis, di mana teori-teori didapatkan dari literatur-literatur dan data-data yang didapat dari lapangan, kemudian dianalisa sehingga didapatkan kesimpulan di akhir bab dalam tugas akhir ini.

Adapun metodologi yang digunakan untuk menyusun tugas akhir adalah sebagai berikut:

- **Pertama** : mencari bahan-bahan mengenai konsep *switching* pada jaringan telepon digital dan yang berkaitan dengan STK-1000 dari literatur-literatur serta melakukan pembatasan masalah.
- **Kedua** : melakukan pengumpulan data-data mengenai STK-1000 dan melakukan pengukuran-pengukuran.
- **Ketiga** : menganalisa serta melakukan pembahasan dari data-data yang diperoleh mengenai STK-1000.
- **Keempat** : membuat kesimpulan dari pengkajian tentang sentral telepon digital kecil STK-1000 dan analisa dari hasil operasi sentral tersebut.
- **Kelima** : menuliskan secara keseluruhan ke dalam susunan tugas akhir ini.

1. 5. SISTEMATIKA PEMBAHASAN

Penyusunan tugas akhir ini secara garis besar dibagi dalam lima bab sebagai

berikut :

BAB I : merupakan pendahuluan dari pengkajian sentral telepon digital kecil STK-1000.

BAB II : merupakan teori penunjang yang membahas mengenai teori-teori dasar yang berhubungan dengan sistem switching, konsep *switching* pada jaringan telepon serta teori mengenai trafik.

BAB III : merupakan pembahasan mengenai sistem STK-1000, yang meliputi konsep, konfigurasi dan aplikasi sistem.

BAB IV : merupakan pembahasan mengenai pengukuran dan analisa parameter yang merupakan hasil operasi STK-1000.

BAB V : merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan serta saran dari pengkajian sentral telepon digital kecil STK-1000.

1. 6. TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mempelajari konsep *switching* pada sentral telepon STK-1000 serta menganalisa parameter dari-hasil operasi sentral telepon tersebut.

1.7. RELEVANSI

Dari pengkajian mengenai sentral telepon digital kecil STK-1000, diharapkan adanya pemahaman konsep *switching* pada STK-1000 dan unjuk kerjanya serta dapat dijadikan sebagai bahan masukan untuk mendapatkan hasil operasi trunk yang optimum.

BAB II

TEORI PENUNJANG

2. 1. UMUM

Pada dasarnya tujuan dari switching adalah menghubungkan beberapa masukan panggilan dengan beberapa keluaran yang diinginkan pada waktu tertentu. sistem switching telepon secara umum mempunyai fungsi-fungsi: supervisi, kontrol, signalling dan provisi.

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori-teori dasar mengenai switching pada jaringan telepon pada umumnya yaitu teori dasar mengenai *pulse code modulation* (PCM), fungsi-fungsi switching, konfigurasi yang meliputi jaringan switching (*switching network*), kontrol, dan signalling. Juga akan dibahas mengenai konsep trafik telepon dan pengukurannya.

2. 2. TEORI DASAR

Pada sistem switching telepon digital, di samping sistem switching yang meliputi fungsi-fungsinya, salah satu hal yang penting adalah pemrosesan sinyal suara menjadi sinyal digital. Salah satu sistem pengkodean sinyal analog menjadi sinyal digital adalah *pulse code modulation* (PCM).

PCM adalah sistem pengkodean yang menkodekan pulsa-pulsa sinyal analog menjadi sinyal digital yang berupa kode biner.

2. 2. 1. PRINSIP PCM

Proses pengkodean pada PCM dapat dilihat pada diagram blok dalam gambar 2-1.

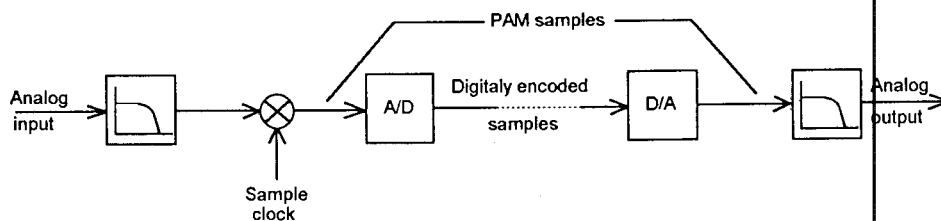
PCM pada prinsipnya adalah pengembangan dari *Pulse Amplitude Modulation* (PAM) yang tiap sinyal analog hasil sampling dikuantisasi (dibulatkan) ke dalam harga-harga diskrit untuk representasi sebagai word kode digital, kemudian dipancarkan ke demodulator PCM. Demodulator kemudian memplot harga-harga tabel percakapan dan merepresentasikan ke suatu kurva yang halus diantara titik-titik harga tersebut. Gambar sinyal hasil tahap-tahap pemrosesan oleh PCM dapat dilihat pada gambar 2-2

Pada tahap-tahap penyampelan sinyal analog $x(t)$, untuk memperoleh sinyal keluaran $x_s(t)$ frekuensi sampling harus memenuhi harga minimum yang disebut Nyquist Rate yaitu :¹⁾

$$f_s \geq 2f_x \quad \text{atau} \quad T_s \leq \frac{1}{2}f_x \quad (2.1)$$

di mana :

f_s = frekuensi sampling



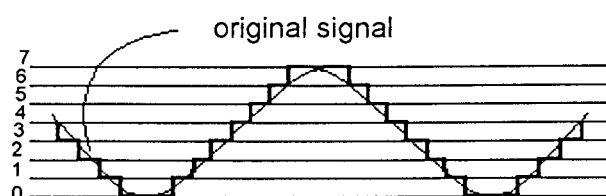
GAMBAR 2-1²⁾
PROSES MODULASI PCM

¹⁾ K. Sam Shanmugam, *Digital And Analog Communication Systems*, John Wiley & Sons, Canada 1979, hal. 510.

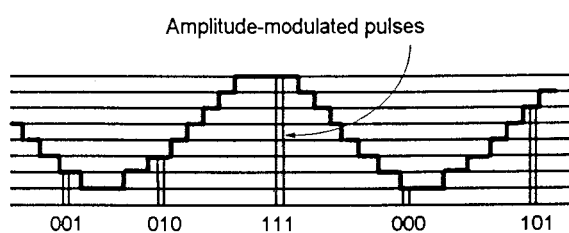
²⁾ John Bellamy, *Digital Telephony*, John Wiley & Sons, USA, 1982, hal. 91.

f_x = frekuensi lebar band frekuensi informasi (analog)

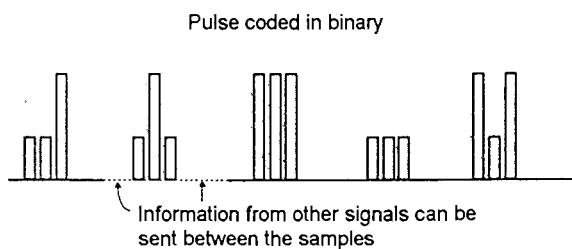
T_s = periode sampling



(a)



(b)



(c)

GAMBAR 2-2³⁾
PULSE CODE MODULATION

- (a) Sinyal terkuantisasi.
 (b) Sinyal disampel pada harga tertentu
 (c) Pulsa yang dikodekan

³⁾ Dogan Tugal/Osman Tugal, *Data Transmission Analysis, Design, Applications*, Mc Graw-Hill Book Company, USA, 1982, hal. 83.

Untuk memperoleh kembali sinyal informasi $x(t)$ dari $x_s(t)$ dipergunakan suatu *Low Pass Filter* (LPF) dengan lebar bidang B di mana ditentukan :⁴⁾

$$f_x \leq B \leq f_s - f_x \quad (2.2)$$

Dalam jaringan telepon, suara manusia dibatasi pada lebar bidang 300 sampai 3400 Hz menurut standart CCITT. Untuk lebar bidang tersebut, dipergunakan kecepatan sampling 8000 Hz.

CCITT telah menetapkan bahwa untuk PCM orde satu terdapat dua sistim pengelompokan (*grouping*) PCM, yaitu :

- PCM 24-kanal (Bell 24-kanal), untuk sistim Amerika dan Jepang
- PCM 30-kanal (CEPT 30- kanal), untuk sistim Eropa

2. 2. 2. KUANTISASI

Pada tahap kuantisasi terdapat dua jenis metode, yaitu :

- **Kuantisasi uniform**, di mana jarak intervalnya serba sama.
- **Kuantisasi non-uniform**, di mana untuk harga amplitudo rendah jarak intervalnya kecil, tetapi untuk harga amplitudo yang tinggi jarak intervalnya besar.

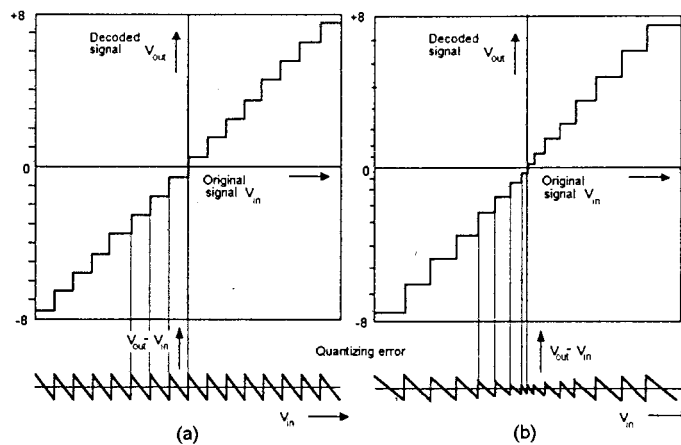
Secara praktis, metode yang dipakai adalah kuantisasi non-uniform, karena akan menghasilkan harga *signal-to-quantizing noise ratio* (SQR) yang konstan untuk semua level sinyal.⁵⁾

Berdasarkan rekomendasi CCITT, kuantisasi non-uniform dibagi menjadi 2 karakteristik, yaitu :

- Karakteristik 15 segmen (μ -law)

⁴⁾ ibid.

⁵⁾ John Bellamy, *op. cit.*, hal. 98.

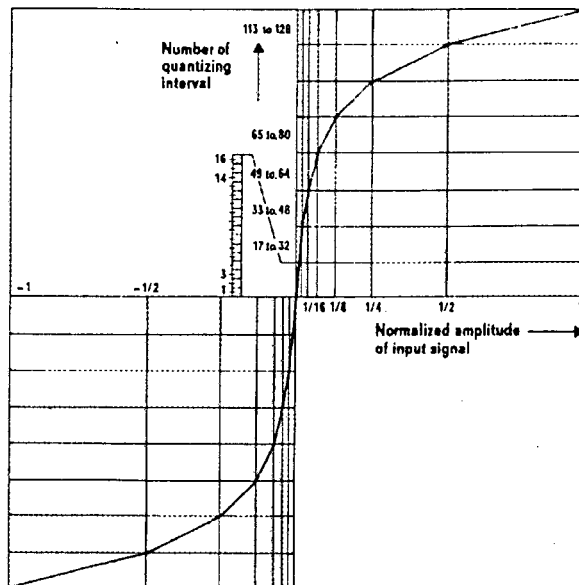


GAMBAR 2-3 ⁶⁾
 KUANTISASI PADA PCM
 (a) Kuantisasi Uniform
 (b) Kuantisasi Nonuniform

- Karakteristik 13 segmen (*A-law*)

A-law direkomendasikan oleh CCITT G.732 untuk sistem transmisi PCM 30-kanal. Pada *A-law* terdapat 8 segmen positif dan 8 segmen negatif. Karakteristik *A-law* dapat ditunjukkan seperti pada gambar 2-4. Range tegangan input berubah dengan faktor 2 dari segmen ke segmen, karakteristik tersebut adalah pendekatan yang baik dari karakteristik kuantisasi logaritmik. Dari dua segmen pertama yang berada pada arah positif dan negatif dari sinyal berharga 0 mempunyai slope yang sama, kemudian 4 segmen ini dapat dianggap sebagai satu segmen tunggal. Segmen tunggal tersebut diberikan 64 interval kuantisasi uniform, kemudian 12 segmen berikutnya diberikan masing-masing 16 interval kuantisasi. Hanya dibutuhkan 8 bit untuk menomori 256 interval kuantisasi. Prinsip karakteristik 15 segmen (μ -law) pada dasarnya sama dengan karakteristik 13 segmen, hanya daerah harga

⁶⁾ Siemens, *Digital Telecommunications, Part 1*, Foil Set No. 35, Siemens Aktiengesellschaft, Berlin and Munich, 1987, hal. 13.



GAMBAR 2-4⁷⁾
KARAKTERISTIK A-LAW

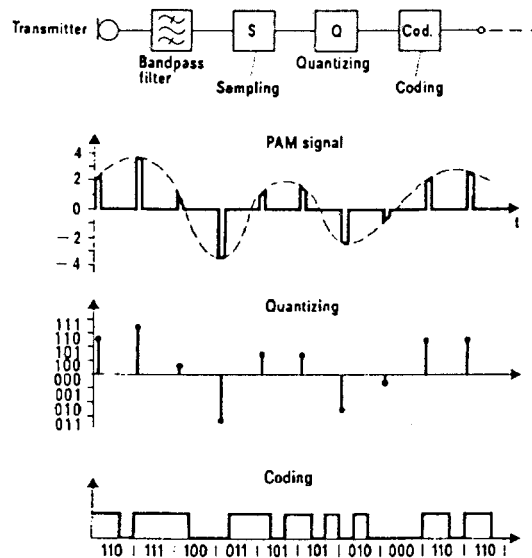
amplitudonya dibagi menjadi 15 segmen, dan sistem ini dipakai pada sistem transmisi PCM 24 (Amerika dan Jepang)

2. 2. 3. ENCODING/DECODING

Sinyal-sinyal yang telah disampel harus dapat ditransmisikan sesuai dengan transmisi digital yang digunakan. Karena hal tersebut, maka setelah disampel sinyal harus dikodekan ke dalam sederetan bit-bit untuk ditransmisikan ke tempat yang dituju. Level kuantisasi yang digunakan untuk sinyal suara biasanya sampai dengan 256 level.

Pada umumnya sampel-sampel yang dikuantisasikan dapat dikodekan ke dalam dua atau beberapa pulsa dengan bermacam-macam level amplitudo per pulsa. Sekelompok n pulsa-pulsa yang masing-masing pulsa mempunyai level amplitudo b yang mungkin, maka level kuantisasi yang dapat digunakan b^n . Pada saat ini banyak sistem

⁷⁾ Siemens, *op. cit.*, hal. 14.



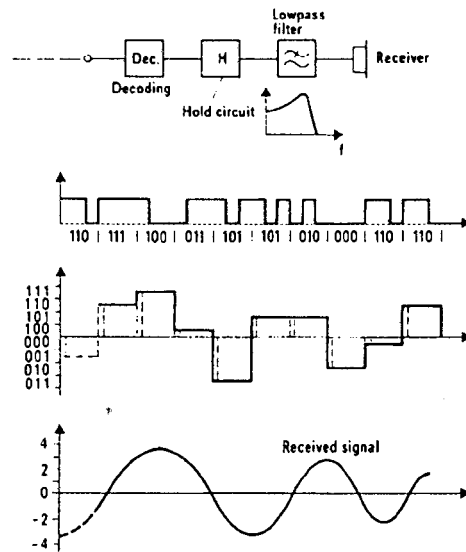
GAMBAR 2-5⁸⁾
ENCODING

menggunakan pengkodean biner pada kuantisasi suara. Pada sistem telepon menggunakan 256 level kuantisasi di mana masing-masing sampel dikodekan ke dalam sekelompok group atau 'PCM word' yang berisi 8 pulsa-pulsa biner (8 bit).

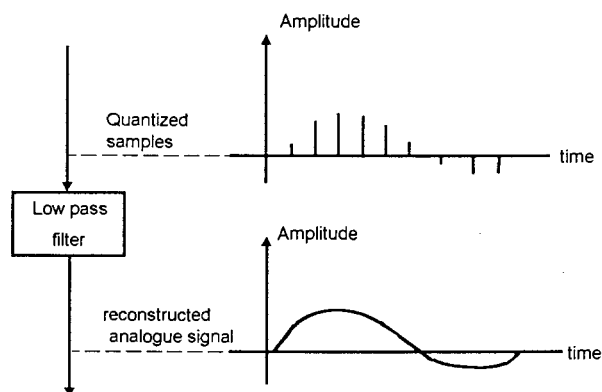
Decoding adalah merubah bentuk dari sinyal digital biner menjadi sinyal PAM terkuantisasi. Selanjutnya sinyal PAM tersebut diumpankan ke LPF untuk menjalani proses rekonstruksi. Contoh perubahan sinyal tersebut dapat dilihat pada gambar 2-6.

Menurut rekomendasi CCITT G.711, proses di dalam penerima yang mengkonversikan sinyal PCM ke sinyal suara analog adalah regenerasi, decoding dan rekonstruksi sinyal. Proses regenerasi sinyal PCM ini terjadi di saluran transmisi yang mempunyai pulsa-pulsa terdistorsi. Sebelum pulsa-pulsa tersebut ke bagian decoder, sinyal bipolar (*return-to-zero*) dikonversikan dahulu ke unipolar (*non return-to-zero*). Dalam proses decoding, kode-kode digital tersebut diubah ke dalam pulsa-pulsa dengan amplitudo tertentu.

⁸⁾ Ibid, hal. 10.



GAMBAR 2-6⁹⁾
DECODING



GAMBAR 2-7¹⁰⁾
REKONSTRUKSI SINYAL ANALOG

Sinyal analog akan diperoleh kembali dengan merekonstruksi melalui suatu

LPF

⁹⁾ Ibid, hal. 11.

¹⁰⁾ Achmad Krisna Putra, *Studi Pengkajian Perbedaan Sistem Switching Digital AT&T, NEC Dan Siemens*, Surabaya, 1992, hal. 120.

2. 2. 4. TEKNIK MULTIPLEKSING PADA PCM

Multiplexing untuk sinyal digital dilakukan berdasarkan pembagian waktu atau *time division multiplexing* (TDM). Sebuah kanal waktu terbentuk dalam sinyal hasil dari TDM oleh terjadinya time slot secara periodik dengan *timing* yang tertentu, misalnya dengan referensi pada awal frame. Tiap time slot dari kanal tersebut dapat mengandung sebuah elemen kode (satu bit) atau sebuah kelompok elemen kode, misalnya sebuah byte (8 bit).

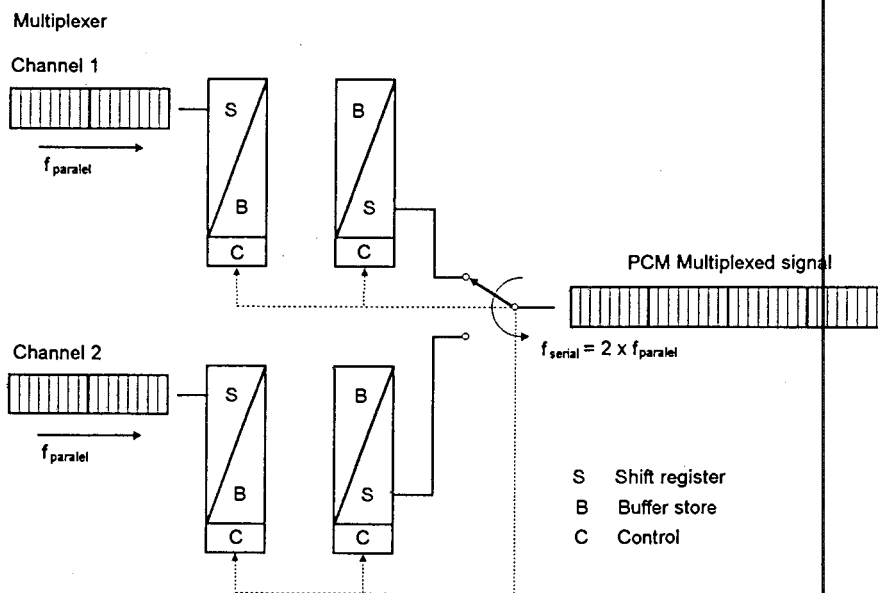
Pengkodean awal terjadi dalam 30 sinyal pembicaraan paralel pada level hierarki 2 Mbit/detik. *Word* kode 8 bit (byte) muncul untuk tiap sinyal pembicaraan pada laju 8 kHz. *Word* kode tersebut dikirimkan secara serial dalam sinyal termultipleks. TDM berkaitan dengan konversi paralel/serial sinyal digital, sedangkan pada demultipleks terjadi proses kebalikan, yaitu konversi serial/paralel.

Pada gambar 2-8 terlihat bagaimana byte-byte mengalir dalam multiplekser. Dalam tiap kotak, 8 bit (1 byte) dari tiap kanal dicuplik untuk dihubungkan dengan output. Ketika bit-bit dicuplik dari sebuah kanal yang terpisah selama satu perioda byte, bit-bit yang diterima dari kanal lain pada saat bersamaan secara kontinyu dimuat dalam *shift register* 8 bit. Dari sini bit-bit tersebut ditransfer secara paralel ke buffer penyimpanan. Byte-byte yang tersimpan kemudian secara sistematis ditawarkan secara berurutan dan ditransfer dalam bentuk serial menuju output. Sinyal tersebut dihasilkan dengan kecepatan dua kali kecepatan paralel apabila dipergunakan dua kanal,

$$f_{\text{serial}} = 2 \times f_{\text{paralel}} \quad (2.3)$$

di mana: f_{serial} = kecepatan serial

f_{paralel} = kecepatan paralel

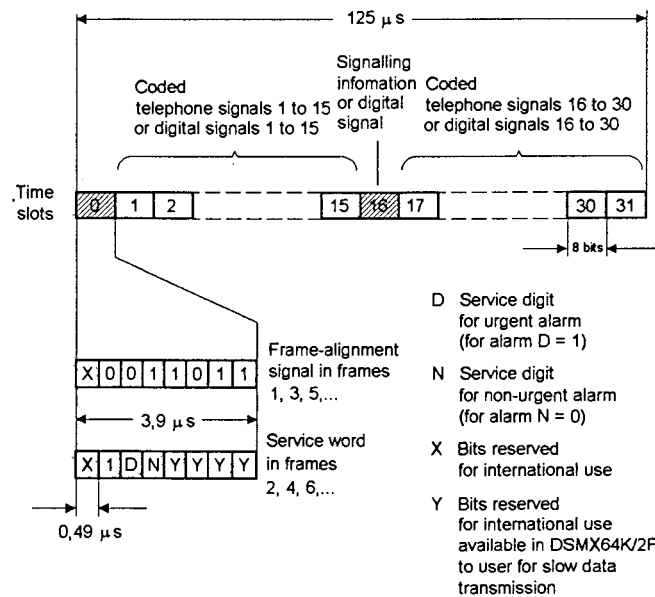


GAMBAR 2-8¹¹⁾
MULTIPLEXING PADA PCM

2. 2. 4. 1. FRAME UNTUK SINYAL 2 MBPS (CCITT REC. G.704)

Frame untuk sistem PCM 30 terdapat 32 time slot (bernomor 0 s/d 31), tiap time slot mengandung sebuah *word* kode 8 bit (1 byte). Hal ini menyebabkan panjang frame adalah 256 bit dengan laju 8 kHz (125 μ detik). Frekuensi tersebut sama dengan laju sampling dari sinyal input. Fungsi dari time slot 0 sangat penting. Time slot tersebut memuat sinyal *frame-alignment* (menandakan awal frame) dan word layanan dengan sejumlah bit informasi layanan. Time slot 16 juga mempunyai fungsi khusus. Seperti time slot *signalling*, yang dalam sebuah *multiframe* tunggal memuat empat bit informasi switching untuk tiap 30 kanal telepon.

¹¹⁾ Siemens, *op. cit.*, hal. 17.



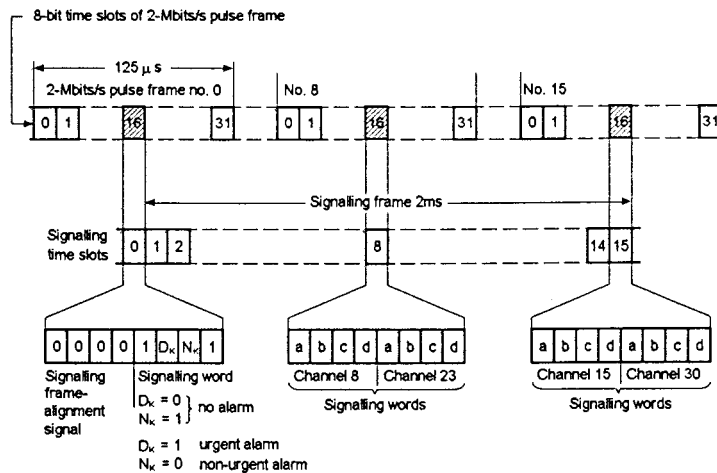
GAMBAR 2-9¹²⁾
FRAME SINYAL 2 MBIT/S (CCITT REC. G.704)

Sinkronisasi frame dilakukan pada ujung penerima guna memastikan tidak adanya perbedaan arti dalam sinyal digital. Sinyal *frame-alignment* muncul secara tetap yang tersusunan 7 bit pada awal tiap frame yang pertama, ketiga dan kelima.

Selama proses sinkronisasi, aliran bit diuji bit per bit untuk mendeteksi susunan tersebut. Jika ditemukan susunan tersebut, sebuah frame yang lengkap (256 bit) dihitung dan kemudian dilakukan tes untuk menentukan apakah bit kedua dari word kode berikutnya berupa logika '1'. Jika tidak, urutan tersebut disela dan sinyal diuji kembali bit perbit untuk susunan sinyal *frame-alignment*. Jika susunan bit benar, transmisi waktu melalui sistem multipleks dapat berlangsung.

Sebaliknya, transmisi tidak dapat berlangsung dan proses sinkronisasi dimulai jika tiga atau empat penggantian *frame-alignment* ditemukan salah.

¹²⁾ Ibid, hal. 18.



GAMBAR 2-10¹³⁾
FRAME SIGNALLING UNTUK SINYAL 2 MBIT/S

Seperti yang telah dinyatakan di atas bahwa time slot 16 mempunyai fungsi khusus, antara lain untuk signalling. Informasi signalling pada time slot 16 ditransmisikan dalam sebuah *multiframe* (dalam gambar 2-10 adalah 16 frame) dengan durasi 2 ms (16 x 125 μ detik). Frame signalling tersebut memuat empat bit untuk tiap 30 kanal telepon guna mempertukarkan informasi signalling dengan sentral jarak jauh.

2. 2. 5. MODE OPERASI TRANSMISI

Pada sinyal PCM terdapat dua mode transmisi, yaitu:

- asinkronus
- sinkronus

Data asinkronus pada dasarnya dihasilkan oleh terminal kecepatan rendah dengan bit rate sampai dengan 1200 bit/detik. Dalam sistem asinkronus, jalur transmisi dalam kondisi *mark* (1 biner) pada keadaan kosong (*idle*). Pengiriman data diawali dengan sebuah *start bit* atau transisi dari *mark* (1 biner) ke *space* (0 biner), yang menandai pada terminal

¹³⁾ ibid, hal. 19.

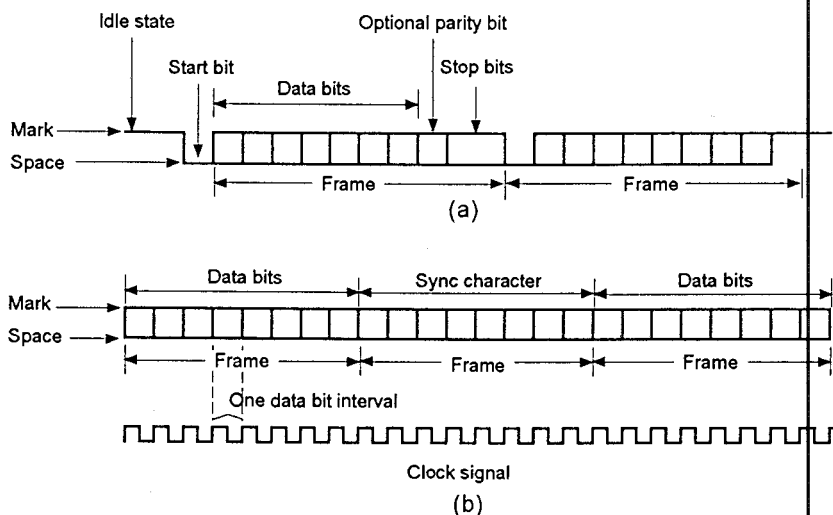
terima bahwa sebuah karakter ditransmisikan. Pada akhir dari transmisi karakter, jalur kembali ke kondisi *mark* dengan satu atau lebih *stop bit*.

Start bit dan *stop bit* memungkinkan terminal terima untuk mensinkronkan sendiri kepada pengirim pada berdasar karakter per karakter.

Sedangkan pada transmisi sinkronus biasanya menggunakan sumber clock untuk mensinkronkan antara penerima dan pengirim. Pentransmisian data dilakukan dengan menggunakan penambahan karakter sinkronisasi (SYN) tanpa menggunakan *start bit* dan *stop bit*. Aliran data yang datang diinterpretasikan dengan dasar clock terima yang dicatu dari sistem.

Clock tersebut diperoleh dari data yang diterima dengan sebuah *phase-lock loop*.

Akhir dari data ditandai dengan sebuah karakter akhir khusus atau *character terminal count*.



GAMBAR 2-11¹⁴⁾
MODE TRANSMISI PCM
(a) Transmisi Asinkronus
(b) Transmisi Sinkronus

¹⁴⁾ Dogan Tugal/Osman Tugal, *op. cit.*, hal. 162.

2. 3. TEORI TRAFIK

Aktifitas dari suatu saluran diukur dengan proporsi waktu selama saluran tersebut sibuk. Proporsi tersebut dikenal sebagai trafik pelanggan (atau intensitas trafik rata-rata). Misalnya, seorang pelanggan menggunakan teleponnya selama 3 menit, kemudian 4 menit, dan kemudian 2 menit dalam satu jam, maka volume trafik selama jam tersebut adalah $3 + 4 + 2 = 9$ menit, dan intensitas trafik rata-rata adalah $9/60 = 0,15$. Satuan dari intensitas trafik adalah *Erlang*.

Aktifitas telepon pelanggan sering dinyatakan sebagai proses acak yang digambarkan oleh distribusi probabilitas dari interval waktu antara panggilan-panggilan yang datang (*call arrivals*) dan distribusi probabilitas dari waktu pendudukan panggilan (*call holding time*). Dalam praktek biasa digunakan distribusi exponential untuk kedua kasus tersebut (distribusi Poisson untuk menyatakan jumlah kedatangan panggilan dalam periode tertentu).

Misalnya, sebuah group terdiri dari 5 pelanggan yang dihubungkan ke sebuah sentral A, dan akan mengadakan hubungan dengan pelanggan-pelanggan pada sebuah sentral B yang terhubung ke sentral A dengan N trunk (seperti ditunjukkan gambar 2-12).

Bila aktifitas dari kelima pelanggan tersebut dinyatakan dalam sebuah diagram (gambar 2-13a), kita dapat dengan mudah menyatakan pendudukan dari group trunk A-B (gambar 2-13b).

Trafik sesaat dari sebuah group trunk dinyatakan dengan jumlah trunk-trunk yang sibuk pada waktu tertentu. Sehingga dapat didefinisikan intensitas trafik rata-rata (A) sebagai jumlah trunk rata-rata yang sibuk sebagai fungsi waktu, $n(t)$, yaitu :¹⁵⁾

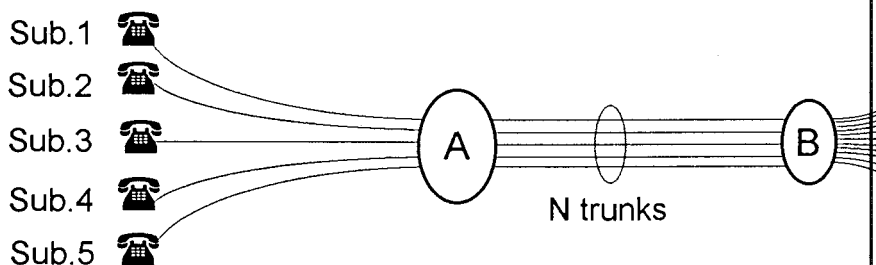
¹⁵⁾ Grinsec, *Electronic Switching*, Elsevier Science Publisher B. V., Netherlands, 1983, hal. 21.

$$A = \frac{1}{T} \int_0^T n(t) dt \quad (2.4)$$

Untuk suatu distribusi datangnya panggilan dan waktu pendudukan yang diketahui, maka kita dapat menentukan sebuah fungsi $p = f(N, A)$ yang menyatakan probabilitas panggilan gagal sebagai fungsi trafik (A) dan jumlah trunk (N). Bila p menyatakan probabilitas bahwa group trunk penuh selama periode tertentu, maka hal ini disebut *blocking probability*. Sedangkan bila p menyatakan probabilitas bahwa sebuah panggilan digagalkan karena semua trunk sibuk pada waktu datangnya panggilan tersebut, maka hal ini disebut *loss probability*.

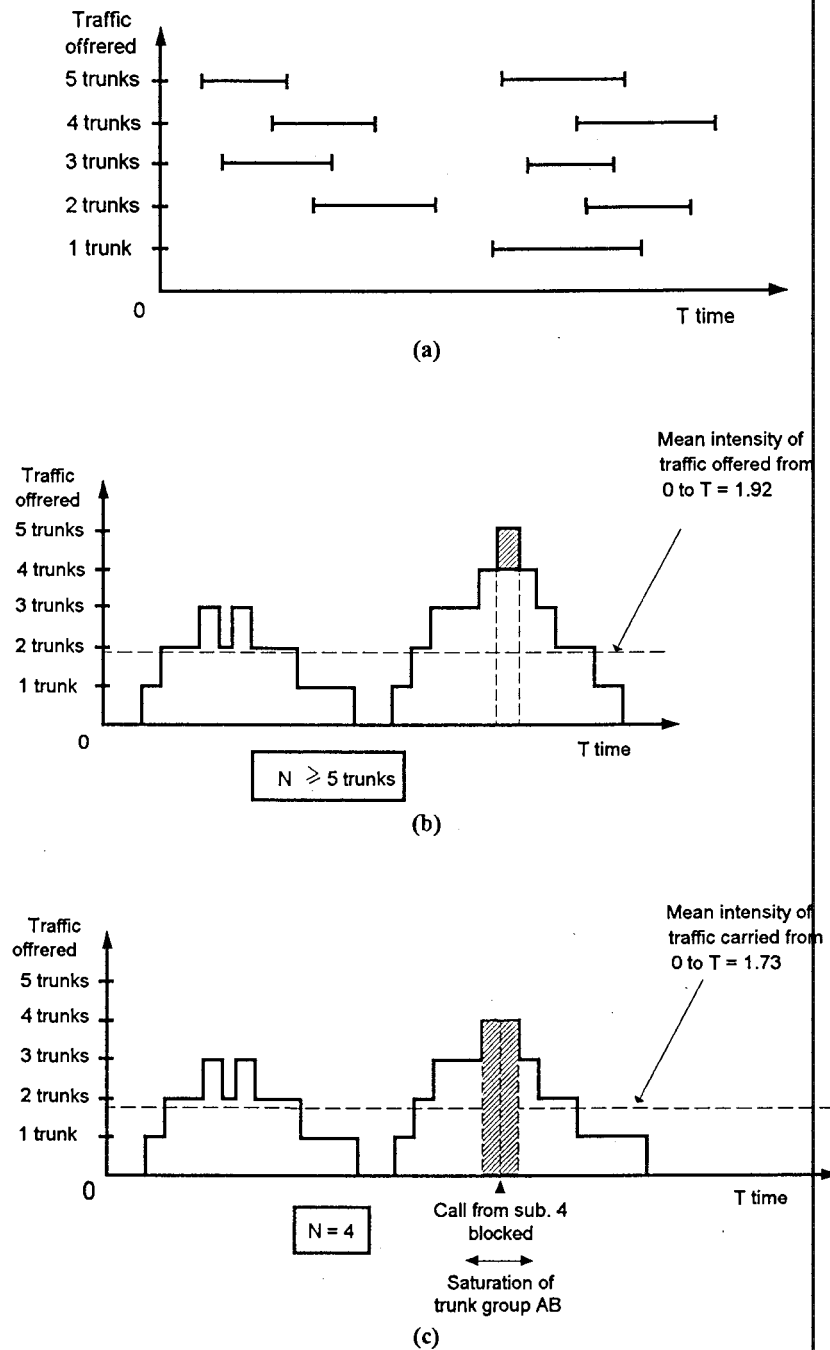
Secara umum dua hal tersebut berbeda. Dalam hal ini, diasumsikan bahwa kedatangan panggilan memiliki distribusi Poisson dan waktu pendudukan memiliki distribusi exponential negatif.

Probabilitas p adalah suatu ukuran yang disebut dengan *grade of service (GOS)*. Grade of service adalah satu-satunya komponen yang penting dalam memandang 'kualitas pelayanan' dari sebuah jaringan komunikasi.



GAMBAR 2-12¹⁶⁾
CONTOH DARI SEBUAH GROUP TRUNK

¹⁶⁾ Ibid.

GAMBAR 2-13¹⁷⁾**CONTOH TRAFIK PADA GROUP TRUNK A-B**

- (a) Waktu kedatangan dan pendudukan panggilan
- (b) Intensitas trafik yang ditawarkan dengan $N \geq 5$
- (c) Intensitas trafik yang dilewatkan dengan $N = 4$

¹⁷⁾ Ibid, hal. 22.

2. 3. 1. MODEL ERLANG

Model-model matematis yang digunakan untuk menyatakan trafik telepon pada umumnya menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- sangat jarang bagi dua atau lebih panggilan datang dalam interval waktu yang sama.
- probabilitas bahwa sebuah panggilan datang dalam sebuah interval waktu yang kecil adalah sebanding dengan panjang interval waktu tersebut.
- probabilitas bahwa sebuah panggilan datang pada saat tertentu tidak tergantung pada waktu dan semua hal yang telah terjadi sebelumnya.

Proses kedatangan panggilan adalah sebuah proses Poisson. Ini adalah pernyataan yang baik bila jumlah sumber trafik (pelanggan) cukup besar, kecuali dalam kasus tertentu bila asumsi yang terakhir tidak dipenuhi.

Untuk waktu pendudukan biasanya diasumsikan bahwa probabilitas sebuah panggilan akan berlanjut selama waktu tertentu tidak tergantung pada berapa lama panggilan tersebut telah berlangsung. Oleh sebab itu, waktu pendudukan memiliki distribusi exponential.

Apabila semua asumsi di atas dipenuhi, kita dapat menerapkan sebuah model yang dibuat oleh Erlang untuk menghitung blocking probability (dalam hal ini sama dengan loss probability) sebagai berikut :¹⁸⁾

$$p = E_N(A) = \frac{\frac{A^N}{N!}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^N}{N!}} \quad (2.5)$$

¹⁸⁾ Ibid, hal. 23.

Persamaan di atas disebut dengan rumus *Erlang B*. Rumus ini dapat digunakan untuk menghitung salah satu parameter p , A , atau N , sebagai fungsi dari dua parameter lainnya. Misalnya untuk menghitung jumlah trunk yang dibutuhkan untuk membawa trafik yang ditawarkan dengan GOS yang ditentukan (harga N terkecil sedemikian hingga $E_N(A) \leq p$). Hal ini ditunjukkan pada gambar 2-14.

Pada tahap ini, kita harus memperhatikan dua hal sebagai berikut :

1. Trafik A adalah intensitas trafik rata-rata yang ditawarkan ke N trunk, dan merupakan trafik yang akan dibawa oleh sebuah group trunk yang jumlahnya tidak terbatas. Dalam praktek, proporsi p dari trafik A diabaikan karena tidak ada trunk yang bebas, dan sehingga trafik yang dilewatkan hanya $A(1-E_N(A))$, seperti ditunjukkan pada gambar 2-13b dan 2-13c.
2. Dapat ditunjukkan bahwa trafik yang terdistribusi Poisson memiliki varian V yang sama dengan rata-ratanya (A). Bagaimana pun, trafik yang dibawa oleh sebuah group trunk, karena hanya terdapat jumlah trunk N yang terbatas, tidak terdistribusi Poisson dan memiliki varian yang lebih kecil dari rata-ratanya. Hal ini disebut dengan trafik halus karena, puncak trafik dihilangkan dan trafik yang dilewatkan lebih kecil dari trafik yang ditawarkan.

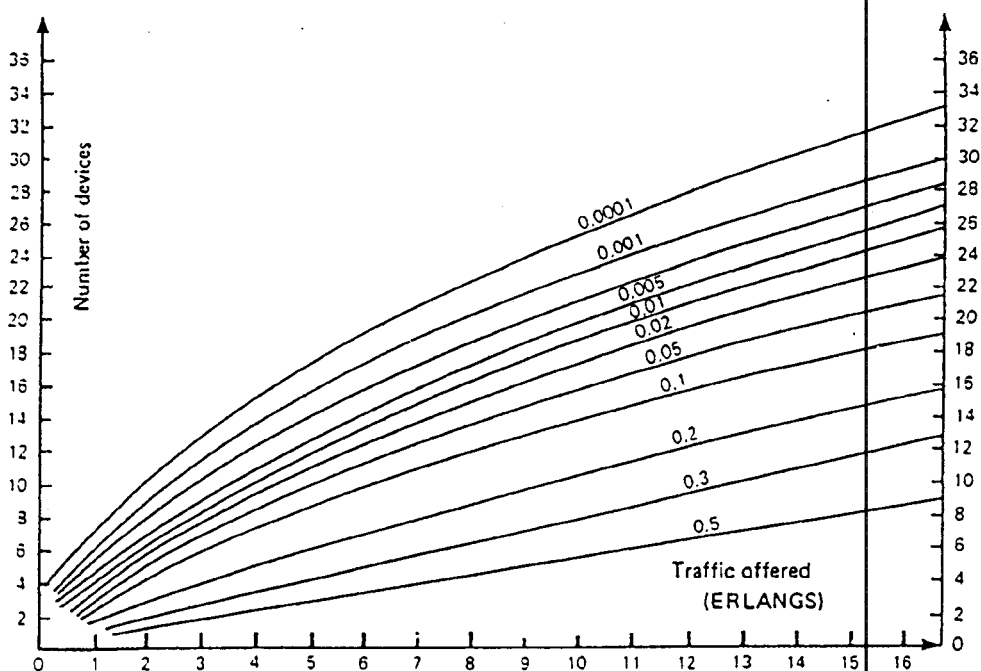
Bila trafik yang gagal dalam sebuah group trunk dialihkan dan dibawa oleh group trunk yang lain, maka trafik ini disebut dengan trafik overflow. Trafik tersebut memiliki varian yang lebih besar dari rata-ratanya dan oleh sebab itu bukan merupakan trafik yang terdistribusi Poisson.

Dalam memandang sebuah jaringan, maka penting untuk memperhitungkan sifat trafik tertentu yang *non-Poisson*, dan menggunakan metode pendekatan yang dihasilkan dari model Erlang di atas.

2. 3. 2. SISTEM TUNDA

Penjelasan-penjelasan pada bagian terdahulu mengasumsikan bahwa sebuah panggilan akan digagalkan bila semua trunk sibuk. Sistem yang demikian disebut dengan sistem gagal (*loss system*). Dalam kasus tertentu, panggilan-panggilan dapat menunggu sampai sebuah trunk yang dibutuhkan menjadi bebas. Hal ini disebut dengan sistem tunda (*delay system*)

Dengan menggunakan asumsi-asumsi yang dipakai untuk menyatakan trafik telepon di atas, maka dapat ditentukan probabilitas dari penundaan tersebut, yaitu yang disebut dengan rumus *Erlang C*. Rumus Erlang C tersebut diberikan oleh :¹⁹⁾



GAMBAR 2-14²⁰⁾

KURVA YANG MENUNJUKKAN JUMLAH TRUNK YANG DIBUTUHKAN UNTUK
LOST CALL PROBABILITY TERTENTU

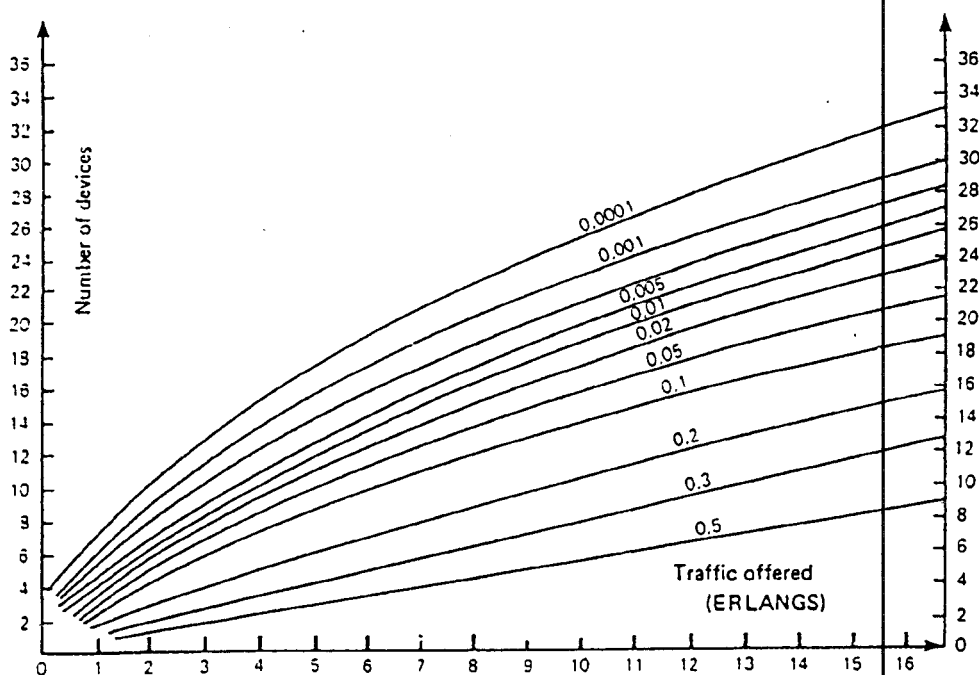
¹⁹⁾ Ibid.

²⁰⁾ Ibid, hal.24.

2. 3. 2. SISTEM TUNDA

Penjelasan-penjelasan pada bagian terdahulu mengasumsikan bahwa sebuah panggilan akan digagalkan bila semua trunk sibuk. Sistem yang demikian disebut dengan sistem gagal (*loss system*). Dalam kasus tertentu, panggilan-panggilan dapat menunggu sampai sebuah trunk yang dibutuhkan menjadi bebas. Hal ini disebut dengan sistem tunda (*delay system*)

Dengan menggunakan asumsi-asumsi yang dipakai untuk menyatakan trafik telepon di atas, maka dapat ditentukan probabilitas dari penundaan tersebut, yaitu yang disebut dengan rumus *Erlang C*. Rumus Erlang C tersebut diberikan oleh :¹⁹⁾



GAMBAR 2-14²⁰⁾
KURVA YANG MENUNJUKKAN JUMLAH TRUNK YANG DIBUTUHKAN UNTUK
LOST CALL PROBABILITY TERTENTU

¹⁹⁾ Ibid.

²⁰⁾ Ibid, hal.24.

$$p = E_N(A) = \frac{\frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^{N-1}}{(N-1)!} + \frac{A^N}{N!} \frac{N}{N-A}} \quad (2.6)$$

Rumus Erlang C digunakan bila ditentukan bahwa panggilan-panggilan dari pelanggan akan ditunda di atas waktu pendudukan yang diharapkan dalam menemukan sebuah trunk karena semua trunk sibuk. Rumus Erlang C di atas menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- sumber-sumber trafik tidak terbatas.
- panggilan-panggilan terjadi secara acak.
- waktu pendudukan terdistribusi secara exponential di sekitar harga rata-ratanya.
- panggilan-panggilan gagal ditunda (dalam hal ini panggilan yang gagal dalam menemukan sebuah kanal segera melanjutkan untuk mencari sebuah kanal yang lain sampai sebuah kanal mejadi kosong).

2. 3. 3. PENGHITUNGAN PARAMETER NETWORK

Dalam suatu jaringan (*network*) terdapat beberapa parameter penting yang berguna untuk mengetahui unjuk kerja jaringan tersebut. Parameter tersebut antara lain adalah:

- ASR (*Answer Seizure Ratio*)
- SCH (*Seizure per Circuit per Hour*)
- MHTS (*Mean Holding Time per Seizure*)
- OCC (*Occupancy Circuit*)
- Distribusi Loss Call

- SCR (*Successful Call Ratio*)

Parameter tersebut dipakai agar unjuk kerja jaringan dapat dievaluasi dan dianalisa sedemikian sehingga dapat diketahui apakah jaringan memenuhi syarat yang ditetapkan atau tidak. Bila tidak, perlu dianalisa apa yang menjadi penyebab penyimpangan dari harga yang diharapkan. Tindakan selanjutnya adalah perbaikan jaringan yang dimaksud.

2. 3. 3. 1. ASR (ANSWER SEIZURE RATIO)

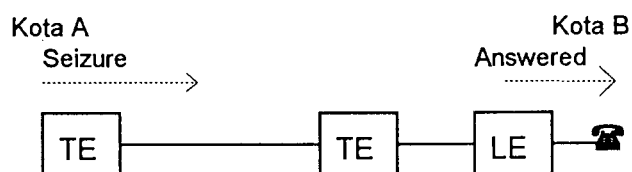
ASR diukur untuk semua jurusan baik lokal maupun SLJJ. Untuk memudahkan prioritas langkah tindak maka ASR ini diperingkatkan dari ASR tertinggi sampai terendah.

ASR dapat diperoleh dengan rumus:²¹⁾

$$ASR = \frac{\text{Jumlah Call Answered}}{\text{Jumlah Call Seizure}} \times 100\% \quad (2.7)$$

1. ASR SLJJ

Diukur di sentral toll.



di mana: TE = Toll Exchange

²¹⁾ —, *Petunjuk Pelaksanaan Perhitungan dan Analisa/Evaluasi Parameter Network Serta Langkah Tindaknya - Revisi 1*, PT. Telekomunikasi Indonesia, Bandung, 1990, hal. 4.

LE = Local Exchange

Call seizure dalam hal ini adalah outgoing call dari suatu sentral toll ke arah sentral toll kota lain.

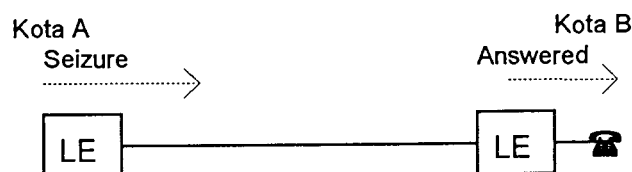
2. ASR Lokal

- ❑ Diukur di sentral toll



Call seizure adalah outgoing call dari sentral toll ke arah sentral lokal.

- ❑ Diukur di sentral lokal



Call seizure adalah outgoing call dari suatu sentral lokal ke sentral lokal lain dalam suatu MEA

2. 3. 3. 2. SCH (SEIZURE PER CIRCUIT PER HOUR)

SCH digunakan untuk mengetahui kepadatan panggilan di sirkuit transmisi atau di sirkuit junction dalam 1 jam sibuk.²²⁾

²²⁾ Ibid, hal. 6.

$$SCH = \frac{\text{Jumlah Call seizure selama 1 jam}}{\text{Jumlah sirkit yang beroperasi}} \quad (2.8)$$

2. 3. 3. 3. MTHS (MEAN HOLDING TIME PER SEIZURE)

MHTS digunakan untuk mengetahui tingkat efektifitas panggilan di sirkit. Jika MHTS panjang maka panggilan dikatakan efektif atau menghasilkan pulsa. Rumusnya adalah:²³⁾

$$MHTS = \frac{\text{Beban trafik dalam Erlang}}{\text{Jumlah call seizure dalam 1jam}} \times 60 \quad (2.9)$$

2. 3. 3. 4. OCC (OCCUPANCY CIRCUIT)

OCC digunakan untuk mengetahui tingkat penggunaan sirkit. Jika occupancy tinggi maka penggunaan sirkit tinggi, demikian sebaliknya.²⁴⁾

$$OCC = \frac{\text{Beban trafik dalam Erlang}}{\text{Jumlah sirkit beroperasi}} \times 100\% \quad (2.10)$$

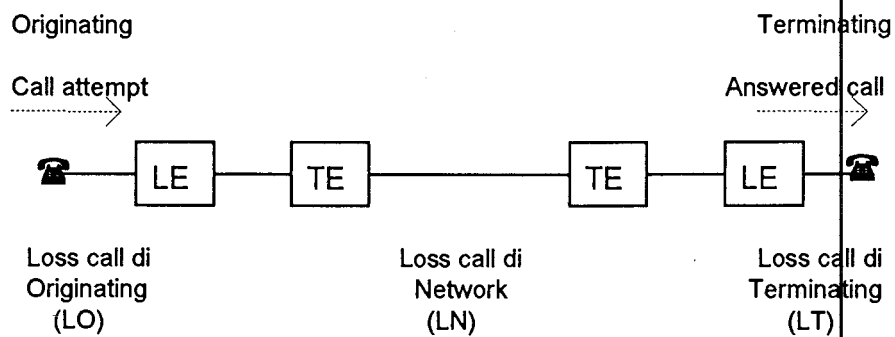
2. 3. 3. 5. DISTRIBUSI LOSS CALL

Distribusi loss cal digunakan untuk mengetahui kegagalan panggilan di setiap tingkat dan mengetahui titik lemah dari network.

²³⁾ Ibid

²⁴⁾ Ibid, hal. 7.

Secara diagram blok dapat digambarkan sebagai berikut:²⁵⁾



$$LO = \frac{\text{Loss Originating}}{\text{call attempt}} \quad (2.11)$$

$$LN = \frac{\text{Loss Network}}{\text{call attempt}} \quad (2.12)$$

$$LT = \frac{\text{Loss Terminating}}{\text{call attempt}} \quad (2.13)$$

Macam-macam loss dan penyebabnya:

- Loss Originating (tingkat pemanggil)

↳ Kegagalan karena: *No dialling*

Incomplete dialling

Invalid address

Wrong dialling/wrong prefix

- Loss di network (tingkat jaringan)

²⁵⁾ Ibid.

↳ Kegagalan karena: *Signalling fault*

Tidak berhasil meduduki saluran di berkas saluran termaksud
(dihitung terhadap panggilan yang ditawarkan ke berkas yang
bersangkutan)

- Loss terminating (tingkat terpanggil)

↳ Kegagalan karena: Yang dipanggil sibuk

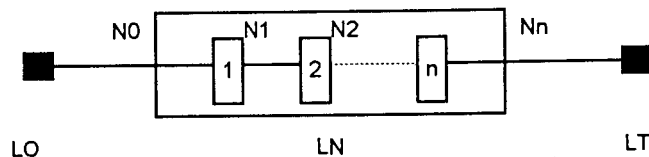
Yang dipanggil tidak menjawab (*ringing no answer/RNA*)

2. 3. 3. 6. SCR (SUCCESSFUL CALL RATIO)

Secara umum SCR dapat dihitung dengan persamaan:²⁶⁾

$$\text{SCR} = \frac{\text{Answered Call}}{\text{call attempt}} \times 100\% \quad (2.14)$$

Kemudian untuk menghitung SCR pada jaringan bersentral banyak dapat dihitung sebagai berikut:²⁷⁾



di mana:

1, 2, 3, ..., n = sentral yang dilalui

L0, L1, L2, ..., Ln = loss di setiap tingkat

N0, N1, N2, ..., Nn = jumlah o/g call di setiap tingkat

²⁶⁾ Ibid, hal. 9.

²⁷⁾ Ibid.

$$SCR = \frac{N_0}{\text{call att.}} \times \frac{N_1}{N_0} \times \frac{N_2}{N_1} \times \dots \times \frac{\text{answered call}}{N_n} \times 100\% \quad (2.15)$$

$$LO = \frac{\text{call att.} - N_0}{\text{call att.}} = 1 - \frac{N_0}{\text{call att.}} \quad (2.16)$$

maka,
$$\frac{N_0}{\text{Call att}} = 1 - LO \quad (2.17)$$

$$L_1 = \frac{N_0 - N_1}{N_0} = 1 - \frac{N_1}{N_0} \quad (2.18)$$

jadi,
$$\frac{N_1}{N_0} = 1 - L_1 \quad (2.19)$$

dengan cara yang sama, maka diperoleh:

$$\frac{N_2}{N_1} = 1 - L_2 \quad (2.20)$$

dan seterusnya.

Jika persamaan 2.15 dimasukkan ke dalam persamaan 2.20 maka diperoleh²⁸⁾

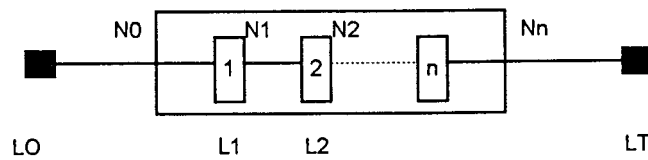
$$SCR = (1 - LO)(1 - L_1)(1 - L_2) \dots (1 - L_n)(1 - L_T) \times 100\% \quad (2.21)$$

²⁸⁾ Ibid, hal. 10.

2. 3. 3. 6. 1. PERHITUNGAN SCR DARI ASR

Perhitungan ini hanya dapat dilakukan di sentral-sentral SPC baik analog maupun digital.

ASR diambil dari hasil pengukuran sentral lokal²⁹⁾.



di mana: L1 = Loss di sentral lokal

N1 = outgoing call sentral lokal atau seizure call

$$\text{ASR} = \frac{\text{Answered call}}{\text{Call seizure}} \times 100\% \quad (2.22)$$

$$= \frac{\text{Answered call}}{N1} \times 100\%$$

$$\text{SCR} = \frac{\text{Answered call}}{\text{Call attempt}} \times 100\% \quad (2.23)$$

$$\text{SCR} = \frac{N0}{\text{Call att}} \times \frac{N1}{N0} \times \frac{N2}{N1} \times \dots \times \frac{\text{Answered call}}{Nn} \times 100\% \quad (2.24)$$

$$= (1-L0)(1-L1) \times \frac{N2}{N1} \times \dots \times \frac{\text{Answered call}}{Nn} \times 100\%$$

²⁹⁾ Ibid, hal. 11.

$$ASR = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{N_3}{N_2} \times \dots \times \frac{N_n}{N(n-1)} \times \frac{\text{Answered call}}{N_n} \times 100\% \quad (2.25)$$

Jika persamaan 2.24 dimasukkan ke dalam persamaan 2.25 , maka didapat³⁰⁾:

$$SCR = (1 - L_0)(1 - L_1) \times ASR \quad (2.26)$$

Baik panggilan lokal maupun panggilan SLJJ keduanya mempunyai kemungkinan mendapatkan loss di originating dan loss di sentral adalah sama. Maka dari itu dapat dituliskan persamaan-persamaan sebagai berikut³¹⁾:

$$SCR \text{ Lokal ME} = (1 - L_0)(1 - L_1) \times ASR \text{ Lokal} \quad (2.27)$$

$$SCR \text{ SLJJ} = (1 - L_0)(1 - L_1) \times ASR \text{ SLJJ} \quad (2.28)$$

2. 3. 4. ANALISA KONDISI SIRKIT DENGAN MENGGUNAKAN PARAMETER NETWORK

Dengan menggunakan hasil perhitungan parameter network, dapat dianalisa kondisi suatu jaringan yang ada. Kemudian dari hasil analisis tersebut dapat ditentukan langkah tindaknya untuk mendapatkan suatu kondisi jaringan yang diijinkan atau suatu kondisi yang optimum.

Untuk menganalisa dan mengevaluasi kondisi sirkit digunakan parameter sebagai berikut:

³⁰⁾ Ibid.

³¹⁾ Ibid, hal. 12.

1. Occupancy sirkit, SCH dan MHTS

- a. Jika occupancy sirkit dan SCH tinggi menunjukkan bahwa kondisi sirkit *overload*.

Keadaan ini disebabkan beberapa hal yaitu:

- Dimensi sirkit kurang
- Sirkit terganggu
- Sentral tujuan *overload*.

- b. Jika MHTS sangat pendek, menunjukkan adanya gangguan sirkit yang berupa sirkit killer atau sentral yang dituju *overload*.

2. Loss call di sirkit out going

Loss call di sirkit out going yang tinggi merupakan indikasi dari kondisi sirkit yang kurang baik. Hal ini disebabkan oleh:

- Dimensi sirkit kurang
- Sirkit terganggu

2. 4. KONSEP SWITCHING

Pada dasarnya tujuan dari switching adalah menghubungkan beberapa masukan panggilan dengan beberapa keluaran yang diinginkan pada waktu tertentu. Untuk ini jaringan switching pada awalnya harus menetapkan lintasan, menggunakan informasi (nomor dial) yang dihasilkan oleh pelanggan pemanggil, kemudian mempertahankan dan menjaga sambungan selama percakapan berlangsung. Supervisi sambungan diperlukan untuk mendeteksi akhir dari panggilan, hal ini adalah yang digunakan untuk membebaskan percakapan antara dua pelanggan.

Untuk dapat menjalankan tugasnya sesuai dengan tujuan di atas, maka secara garis besar suatu sentral telepon harus mampu menyelenggarakan fungsi-fungsi seperti sebagai berikut³²⁾:

- ☐ fungsi switching
- ☐ fungsi kontrol panggilan
- ☐ fungsi operasi dan pemeliharaan
- ☐ fungsi pensinyalan (signalling)
- ☐ fungsi antarmuka (*interface*) transmisi dan pensinyalan

Fungsi tambahan yang harus dapat dilakukan dan tidak kalah pentingnya dalam sistem switching berkaitan dengan antarmuka dengan lawan dan lingkungan luar. Fungsi ini ditentukan sesuai dengan kebutuhan untuk tugas-tugas rangkaian antarmuka saluran (*line interface circuit*). Fungsi tersebut adalah BORSHT, yaitu kepanjangan dari: *Battery feed, Overvoltage protection, Ringing, Supervision, Hybrid, Testing*. Kemudian setelah munculnya sentral telepon digital, singkatan tersebut menjadi BORSCHT, di mana C adalah *Coding*. Secara rinci, BORSCHT dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Battery feed*, umpan arus ke telepon sekitar 25 mA pada saluran panjang (2000 Ohm) dan dibatasi pada saluran pendek menjadi lebih kecil. Umpan bocor dalam keadaan kosong (*idle*) sekitar 1 mA.
- *Overvoltage protection*, melindungi hybrid dan rangkaian antarmuka saluran dari kerusakan selama periode tertentu. Selama periode tersebut daya energi kecil 15 kV atau 415 V rms mungkin terhubung. Hal ini harus bebas dari resiko kebakaran.
- *Ringing*, memberikan tegangan ringing pada saluran, secara tipikal adalah dering yang terputus 75 V rms 15 Hz. Jika terdeteksi jawaban, ringing harus terputus secepatnya.

³²⁾ P.T. TELKOM, *Fundamental Technical Plan TELKOM 92/Release 2-Final Draft*, P.T. TELKOM, Jakarta, 1992, hal. 1.

- *Supervision*, mendeteksi pendudukan, menyediakan pembalikan saluran atau sinyal yang lain untuk mengoperasikan pencatat beban biaya pada telepon.
- *Coding*, sampel dan kode dalam PCM oktet biner, 7 bit ditambah bit pengenalan.
- *Hybrid*, menyediakan terminasi 4-kawat/2-kawat. Kerugian yang disebabkan dibatasi sampai dengan 1 dB. Cakap silang, echo, distorsi dan parameter transmisi lainnya juga ditentukan.
- *Test*, menguji saluran sambungan ke rangkaian antarmuka saluran atau saluran ke bus test atau rangkaian antarmuka saluran ke bus test.

2. 4. 1. FUNGSI SWITCHING

Fungsi switching secara umum adalah kemampuan untuk menyambungkan dan memutuskan hubungan untuk menyambungkan dan memutuskan hubungan sementara antara suatu dengan suatu keluaran terminal-terminal tertentu. Pada sentral telepon digital, proses ini dilaksanakan pada suatu fasilitas penyambungan digital yang menyediakan suatu *virtual path* selama proses pengiriman/penerimaan sampel-sampel yang telah dikodekan.

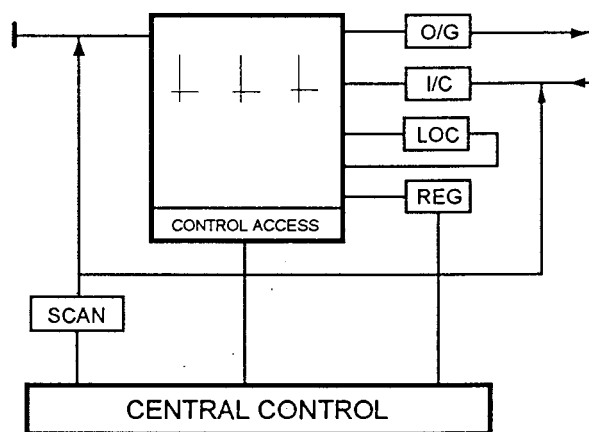
2. 4. 2. FUNGSI KONTROL

Fungsi kontrol adalah membangun, menjaga dan memutuskan hubungan sementara yang dilaksanakan oleh fungsi switching. Fungsi kontrol bekerja berdasarkan instruksi pensinyalan yang datang dari luar atau dari data yang disimpan oleh sentral telepon digital itu sendiri.

Fungsi kontrol yang pertama adalah untuk mengenali dan memberi respon

permintaan layanan pemanggil.³³⁾ Kontrol sistem kemudian menyiapkan sistem untuk menerima digit-digit nomor yang dipanggil atau alamat dan mengirimkan *dial tone*.

Digit-digit alamat yang diterima kemudian diinterpretasikan kontrol sistem untuk menentukan tujuan yang diinginkan yang sesuai dengan terminasi peralatan. Kemudian kontrol sistem menguji kemungkinan lintasan melalui jaringan sistem switching ke terminasi peralatan yang menyatakan tujuan. Jika saluran tidak ditemukan, pemanggil diberi informasi dengan *dial tone*. Jika saluran ditemukan, kontrol sistem menetapkan saluran pada line yang dipanggil atau sebuah terminasi trunk ke sistem switching yang lain. *Ringling* diaplikasikan pada saluran yang dipanggil. Jika saluran yang dipanggil terjawab dengan transisi dari keadaan kosong ke keadaan sibuk, *ringling* tidak diteruskan. Setelah pembicaraan selesai, transisi dari keadaan sibuk ke kosong terdeteksi dan kontrol sistem membebaskan lintasan jaringan.

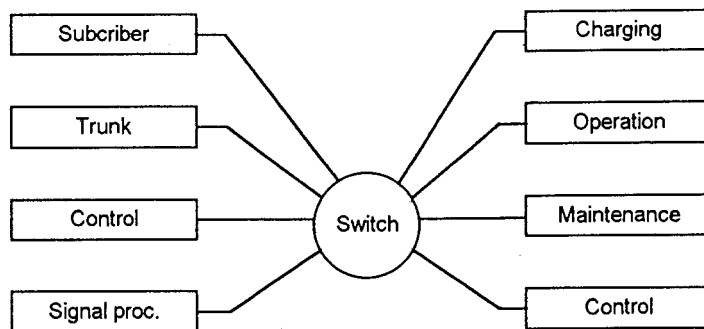


GAMBAR 2-15³⁴⁾
KONTROL TERPUSAT

³³⁾ Bernhard E. Keiser and Eugene Strange, *Digital Telephony and Network Integration*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1985, hal. 247.

³⁴⁾ John Ronayne, *Introduction to Digital Communications Switching*, Howard W. Sams & Co., Inc., Indianapolis, 1986, hal. 107.

Fungsi kontrol dapat diselenggarakan secara terpusat atau tersebar.



GAMBAR 2-16³⁵⁾
KONTROL TERSEBAR

2. 4. 3. FUNGSI PENSINYALAN (SIGNALLING)

Signalling adalah sistem yang digunakan dalam proses pembentukan hubungan atau proses pengiriman informasi-informasi kontrol dari suatu jaringan terhubung. Pada pembangunan hubungan, signalling digunakan untuk pertukaran informasi dan 'tanya jawab' tahap demi tahap sampai terbentuknya hubungan.

Secara umum signalling dapat dibagi atau diklasifikasikan menjadi:

- ❑ *Subscriber signalling* atau pensinyalan antara pelanggan ke sistem switching
- ❑ *Interswitch signalling* atau pensinyalan antara sistem switching dengan sistem switching

Kemudian berdasarkan penggunaannya signalling dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:

- *Line signalling* (sinyal pengawasan)
- *Register signalling* (sinyal informasi)

³⁵⁾ Ibid, hal. 111.

Signalling juga dapat dibedakan berdasarkan arahnya, yang dikenal sebagai *forward signal* yaitu sinyal yang searah dengan pembangunan hubungan, sedangkan yang ke arah sebaliknya disebut *backward signal*.

Berdasarkan metode pengiriman sinyal, signalling dibedakan menjadi:

- *in-band signalling*, yaitu pengiriman dilakukan dalam kanal bicara (300-3400 Hz)
- *out-band signalling*, yaitu pengiriman dilakukan di luar kanal bicara dan biasanya digunakan untuk signalling antar sentral.

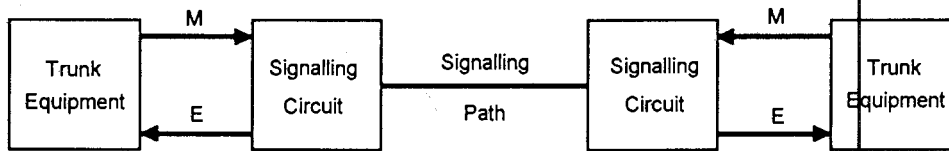
2. 4. 3. 1. LINE SIGNALLING (SINYAL PENGAWASAN)

Sinyal pengawasan adalah sinyal-sinyal yang dikirimkan secara timbal balik oleh peralatan sentral untuk mengawasi jalannya pembangunan dan keadaan suatu hubungan

Sistim signalling yang termasuk dalam signalling pengawasan diantaranya adalah:

1. E&M Signalling

E&M signalling adalah pensinyalan yang biasa dipakai untuk pengawasan trunk. Dari diagram pada gambar 2-17, tampak bahwa antara *switching equipment* dengan *signalling interface* terdapat dua pemandu yaitu saluran E (*ear*) dan saluran M (*mouth*), di mana sinyal dari trunk switching A ke trunk switching B akan meninggalkan A lewat saluran M dan disampaikan ke B lewat saluran E atau sebaliknya dari B ke A akan meninggalkan B lewat saluran M dan disampaikan ke A lewat saluran E. Hubungan antara arah sinyal '*on-hook*' atau '*off-hook*' dengan kondisi M lead dan E lead pada A dan B ditunjukkan pada gambar 2-17.



GAMBAR 2-17³⁶⁾
E&M SIGNALLING

2. Pengawasan saluran pelanggan

Ada 2 katagori supervisi pada saluran pelanggan, yaitu:

- *Loop start*
- *Ground start*

Pengawasan *ground start* mempunyai tiga keuntungan lebih dibandingkan pengawasan *loop start* untuk peralatan terminal dengan dial secara otomatis.

Keuntungan pertama, ujung ground pada sentral dapat digunakan sebagai sinyal *start dial*, sehingga mengurangi kebutuhan untuk rangkaian detektor *dial tone*. Kedua, perpindahan ground ujung pada sentral memungkinkan sinyal tak terhubung positif pada peralatan terminal. Dan yang ketiga, yaitu cenderung mengurangi pengaruh pendudukan-pendudukan secara bersamaan.

3. Pengawasan loop pada trunk

Kondisi '*on-hook*' dan '*off-hook*' dinyatakan dengan arus DC di dalam loop.

Jika '*on-hook*' dinyatakan dengan salah satu arah arus, maka '*off-hook*' adalah arus sebaliknya.

4. Pengawasan tone (nada) pada trunk

Sistem ini memakai frekuensi kerja antara 300-3400 Hz, untuk frekuensi

³⁶⁾ Bernhard E. Keiser and Eugene Strange, *op. cit.*, hal. 259.

tunggal. Frekuensi yang digunakan dalam sistem ini biasanya 2600 Hz.

2. 4. 3. 2. REGISTER SIGNALLING

Register signalling adalah sinyal-sinyal yang ditransmisikan antar register untuk melakukan pertukaran informasi, yang diperlukan untuk proses pembangunan hubungan. Informasi tersebut antara lain berupa: informasi nomor pelanggan, kelas pelayanan pelanggan, kondisi saluran dan sebagainya. Sinyal-sinyal mulai dibangkitkan selama proses pembangunan saluran berlangsung dan diputuskan setelah alamat yang lengkap dihapus.

Sinyal register dikirimkan ke arah depan (*forward direction*) sampai diterima sinyal jawaban ke arah balik (*backward direction*). Sinyal '*forward*' berikutnya baru dapat dikirimkan setelah sinyal jawaban tersebut berakhir. Siklus pengiriman yang demikian disebut *Semi Compelled Multi Frequency Code* (SMFC).

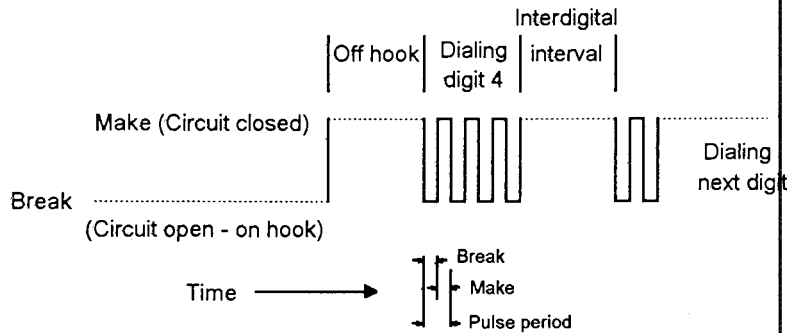
Bentuk sinyal yang dipakai pada sinyal register ini adalah *multi frequency code*, yakni sinyal-sinyal yang merupakan kombinasi 2 dari beberapa frekuensi. Jenis signalling yang dapat digunakan untuk register signalling ini diantaranya adalah:

a. Dial Pulse Signalling

Pulsa-pulsa dial dikirimkan dengan berdasarkan putaran dial membuka dan menutup konduktor pada interval tertentu (lihat gambar 2-18)

b. Dual Tone Multi Frequency Signalling

Dual Tone Multi Frequency (DTMF) signalling adalah sebuah bentuk dari *address signalling* yang menggunakan frekuensi melalui saluran pelanggan. Satu dari frekuensi ini dipilih dari grup rendah (f_1) dari 4 frekuensi yang ada dan yang lain dipilih dari grup tinggi (f_2) dari 3 frekuensi. Frekuensi grup tinggi keempat digunakan



GAMBAR 2-18³⁷⁾
SINYAL PENGALAMATAN PULSA DIAL

TABEL 2-1³⁸⁾
KOMBINASI DUAL TONE MULTI FREQUENCY (CCITT REG. Q.23)

f1	f2	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz		1	2	3	A
770 Hz		4	5	6	B
853 Hz		7	8	9	C
941 Hz		.	0	#	D

dalam aplikasi jaringan tertentu dan dicadangkan untuk pengembangan di masa mendatang pada jaringan telepon. Sesuai dengan CCITT Reg. Q.23, untuk DTMF pelanggan analog dapat dilihat tabel 2-1.

c. Multi Frequency (MF) Signalling

MF signalling adalah sistem signalling yang memakai metode *in-band* dengan 4 atau 6 frekuensi di mana untuk suatu waktu yang sama akan bekerja 2 frekuensi. *Multi frequency signalling* secara umum terdiri dari 4 sistem, yaitu:

- Kode *push button*, ialah MF signalling yang berfungsi seperti pulsa dial, tetapi lebih cepat dibandingkan dengan pulsa dial.

³⁷⁾ Ibid, hal. 262.

³⁸⁾ P.T. TELKOM, *op. cit.*, hal. 16.

- Kode R1 (sistem Bell), ialah MF signalling yang memakai sistem 2 dari 6 frekuensi seperti ditunjukkan dalam tabel 2-2.

CCITT R1 signalling adalah sinyal dengan pulsa *unacknowledge link-by-link, forward signalling*, frekuensi dari 700 sampai dengan 1700 Hz, dengan jarak 200 Hz dan yang digunakan adalah hanya 12 sinyal. Tiga pengkodean sinyal yang berikutnya untuk cadangan guna keperluan khusus.

Informasi alamat yang lengkap disusun pada register asal dan dalam respon untuk sinyal memroses-hingga-mengirim, ditransmisikan dengan dimulai oleh sinyal KP dan diakhiri oleh sinyal ST. Sinyal KP dan ST dibangkitkan oleh register pada dialing pelanggan.

- CCITT R2 signalling (CEPT *interregister signalling*), signalling antar register R2 analog untuk aplikasi digital harus di-encode ke dalam bit seperti untuk percakapan. R2 signalling adalah sinyal MF menggunakan skema kode 2 dari 6, membentuk sinyal-sinyal arah depan (*forward*) dan arah balik (*backward*). Keenam

TABEL 2-2³⁹⁾
KODE SINYAL MF ANTARREGISTER BELL (R1 SIGNALLING)

Sinyal	Frekuensi (Hz)
KP (start pulsa)	1100 + 1700
digit 1	700 + 900
digit 2	700 + 1100
digit 3	900 + 1100
digit 4	700 + 1300
digit 5	900 + 1300
digit 6	1100 + 1300
digit 7	700 + 1500
digit 8	900 + 1500
digit 9	1100 + 1500
digit 0	1300 + 1500
ST (akhir pulsa)	1500 + 1700

³⁹⁾ S. Welch, *Signalling In Telecommunication Network*, Peter Perigrinus, LTD, UK, New York, 1979, hal. 221.

frekuensi tersebut adalah⁴⁰⁾:

Arah depan	1380 Hz	1500 Hz	1620 Hz	1740 Hz	1860 Hz	1980 Hz
Arah balik	1140 Hz	1020 Hz	900 Hz	780 Hz	660 Hz	540 Hz

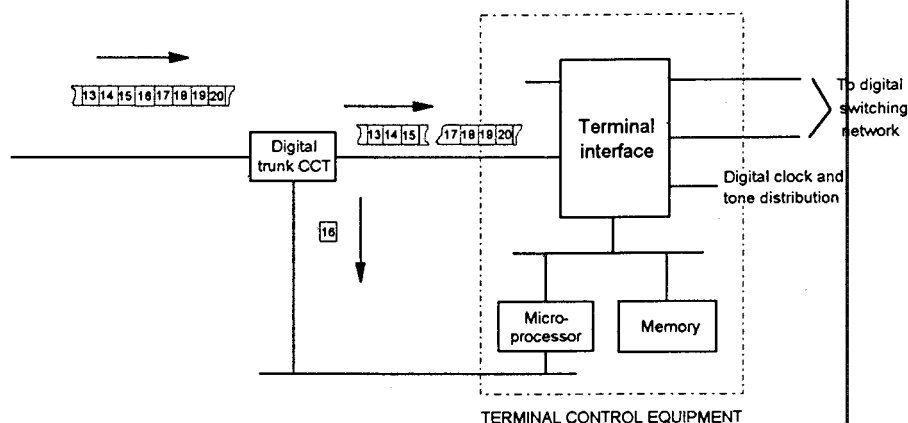
Dari kombinasi 2 dari 6 frekuensi di atas menghasilkan 15 kode sinyal untuk masing-masing arah. Untuk arah depan digolongkan menjadi grup I dan grup II, sedangkan untuk arah balik dikelompokkan menjadi grup A dan grup B.

2. 4. 3. 3. CHANNEL ASSOCIATED SIGNALLING

Channel Associated Signalling (CAS) di ambil dari aliran bit incoming pada terminasi saluran digital (gambar 2-19) dan kemudian sinyal tersebut biasanya berpengaruh pada aksi kontrol yang diperlukan. Sehingga di luar terminasi saluran digital fungsi-fungsi dari kanal 16 dan 0 tidak ada dan melalui sentral, kanal-kanal tersebut dapat digunakan sebagai kanal biasa yang menangani trafik suara.

Channel Associated PCM Signalling digunakan untuk menempatkan sistem transmisi analog pada sistem PCM. Biasanya CAS digunakan untuk *line signalling* saja. Beberapa sinyal frekuensi suara (*voice frequency-VF*), DTMF atau MF di-encode sebagai suara percakapan dan diambil oleh penerima digital dalam register. Sehingga jika digunakan CAS menyebabkan signalling pada PCM relatif lambat. Kekurangan lainnya adalah terbatasnya kapasitas informasi, beberapa sistem tidak dapat memberi sinyal selama percakapan berlangsung dan mahal.

⁴⁰⁾ Ibid, hal. 226



GAMBAR 2-19⁴¹⁾
 PENGAMBILAN SIGNALLING KANAL 16
 DIGITAL TRUNK MODUL SISTEM ITT 1240

2. 4. 3. 4. COMMON CHANNEL SIGNALLING

Common Channel Signalling (CCS) adalah sistem pensinyalan yang memisahkan antara saluran suara dengan saluran pensinyalan. CCS menyalurkan beberapa pensinyalan melalui suatu saluran khusus pensinyalan yang terpisah dengan saluran suara yang menghubungkan prosesor-prosesor dari dua sistem switching. Prinsip dasar dari CCS terlihat pada gambar 2-20.

Dari uraian di atas, maka dapat dikatakan bahwa informasi signalling (sinyal pengawasan, sinyal pengalamatan dan sinyal lainnya) untuk sejumlah sirkuit pembicaraan ditangani oleh sirkuit tersendiri dalam transmisi data. Dengan begitu CCS memungkinkan untuk komunikasi beberapa informasi di antara prosesor pada sistem sentral elektronik melalui *data link*.

Dalam sistem CCS, link signalling menggunakan kanal frekuensi suara 4 kawat dengan modem dan terminal. Kanal tersebut beroperasi pada 2400 bps dan dapat

⁴¹⁾ John Ronayne, *op. cit.*, hal. 140.

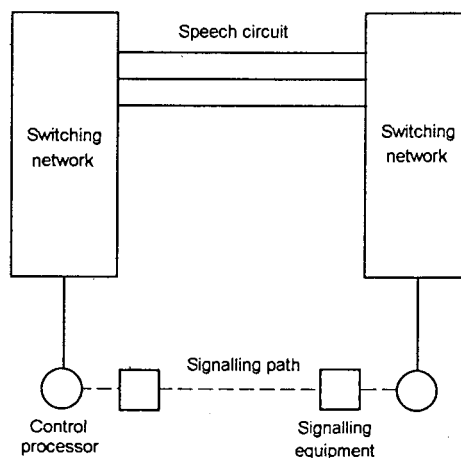
ditingkatkan sampai dengan 4800 bps.

Untuk melihat perbandingan antara sistem CCS dan MF signalling terdapat pada gambar 2-21.

Dalam proses digitalisasi jaringan, bisa digunakan sistem pensinyalan CCITT No. 6 atau CCITT No. 7. Sistem pensinyalan yang paling optimal untuk ISDN saat ini telah distandarisasikan oleh CCITT, yaitu sistem pensinyalan CCITT No.7.

Sistem Common Channel Signaling No.7 yang didefinisikan oleh CCITT didisain untuk membawa informasi pensinyalan sehubungan dengan pelayanan voice dan non-voice. Penerapan sistem ini merupakan tahap awal dalam evolusi menuju ISDN.

Objektif dari sistem signaling CCITT No. 7 adalah untuk memberikan sebuah sistem common channel signaling umum standar dengan lima karakteristik utama. Pertama, sistem ini dioptimasi untuk digunakan dalam jaringan telekomunikasi digital bersama dengan sentral-sentral stored program control yang memakai kanal dengan laju



GAMBAR 2-20⁴²⁾
SISTEM COMMON CHANNEL SIGNALLING

⁴²⁾ Y. Matsuo, K. Mizuashi, and S. Kano, *New Common Channel Signalling System*, Japan Telecommunications Review, Oct. 1980, hal. 301.

digital 64 kbit/detik. Kedua, sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan transfer informasi pada saat ini dan pada masa yang akan datang, yaitu untuk pengendalian panggilan, manajemen pengendalian jarak jauh dan pemeliharaan. Ketiga, sistem ini menyediakan sarana untuk transfer informasi dalam urutan yang benar tanpa adanya kesalahan atau duplikasi. Keempat, sistem signaling No. 7 CCITT sesuai untuk operasi melalui kanal-kanal analog dan kanal digital pada laju dibawah 64 kbit/detik (dalam hal ini 4800 bit/detik). Kelima, sistem ini sesuai untuk digunakan pada link terrestrial point-to-point maupun pada link satelit.

Common Channel signalling system			Multi-frequency signalling system	
Processing Part	Implementation		Processing Part	Implementation
Call processing Editing the signal format in predetermined pattern	Software	↔	Call processing The order edition of relay point and of the MF code for the dialing number	Software
Signalling network functions Signallingmessage routing Network mangement	Software	↔	—	—
Signalling link control Error corection Signal unit alignment and delimitation	Software Hardware	↔	Signal sending and receiving Circvuit state transition detection Relay point order control execution	Software Hardware
Signalling data link A bidirectional transmission path	Hardware	↔	Signalling circuit wich is the same circuit as speech path	Hardware

GAMBAR 2-21⁴³⁾
PERBANDINGAN ANTARA SISTEM CCS DAN MF SIGNALLING

⁴³⁾ Ibid, hal. 302.

2. 4. 4. FUNGSI OPERASI DAN PEMELIHARAAN

Fungsi-fungsi operasi dan pemeliharaan meliputi fungsi-fungsi yang diperlukan untuk menjamin agar sentral telepon dapat beroperasi secara efisien dan optimal selama umur peralatanya. Persyaratan yang berhubungan dengan pelaksanaan fungsi-fungsi operasi dan pemeliharaan ini harus mempertimbangkan hubungan antar fungsi-fungsi operasi dan pemeliharaan pada jaringan secara keseluruhan.

2. 4. 5. FUNGSI ANTARMUKA TRANSMISI DAN PENSINYALAN

Antarmuka transmisi dan pensinyalan diperlukan untuk memudahkan pembentukan hubungan di dalam jaringan switching. Untuk suatu sentral telepon digital harus dapat dengan tepat menyediakan antarmuka analog dan digital yang disyaratkan.

Pada FTP TELKOM 92 dianjurkan agar antarmuka yang digunakan pada jaringan-jaringan di Indonesia adalah antarmuka yang direkomendasikan CCITT yaitu CCITT Rec. Q.511, Q.512 dan Q.513.

Antarmuka untuk hubungan antar sentral saat ini umumnya yang digunakan adalah antarmuka digital, sedangkan untuk hubungan kerja dengan transmisi analog.

Antarmuka pensinyalan antara lain adalah:

- Antarmuka untuk pensinyalan pelanggan biasa, sesuai dengan CCITT Rec. Q.23
- Antarmuka untuk pensinyalan *payphone*, terdapat sinyal metering
- Antarmuka untuk pensinyalan antar sentral, untuk *line signalling*, *register signalling* dan *CCITT No.7 signalling*.

Sedangkan antarmuka lainnya yang didefinisikan pada CCITT Rec. Q.512 antara lain adalah:

- Antarmuka Z, adalah antarmuka analog pada sisi sentral dari saluran pelanggan

analog.

- Antarmuka V2, antarmuka digital untuk menghubungkan perangkat jaringan digital secara remote atau lokal dengan menggunakan multiplexer primer atau sekunder. Karakteristik listrik antarmuka ini diterangkan pada CCITT Rec. G.703, sedangkan untuk struktur framenya didefinisikan pada CCITT Rec. G.704 dan G.705.
- Antarmuka V3, merupakan antarmuka digital untuk menghubungkan peralatan pelanggan digital.
- Antarmuka-antarmuka untuk pelanggan ISDN.

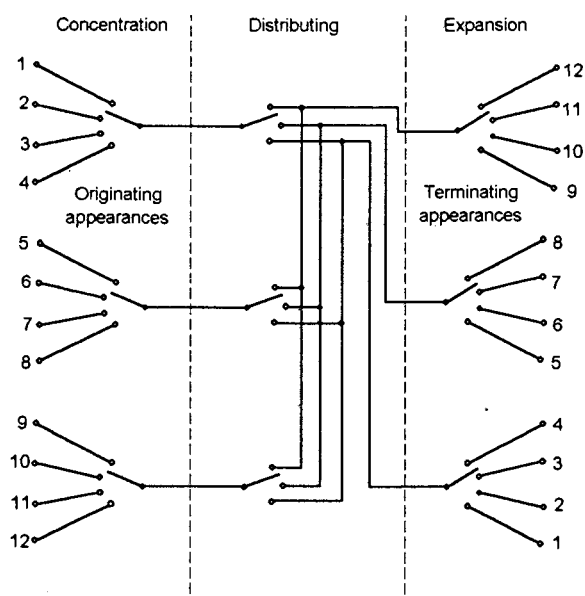
2. 4. 6. JARINGAN SWITCHING (SWITCHING NETWORK)

Switching network (jaringan switching) adalah sekumpulan lintasan transmisi interkoneksi yang memungkinkan sambungan suara ditetapkan melalui sistem switching antara saluran-saluran, antara saluran dan trunk dan antara trunk-trunk. Jaringan dapat juga digunakan untuk menghubungkan peralatan *signalling* ke sirkuit eksternal.

Sistem switching hampir selalu menggunakan konsentrasi dalam jaringan switching-nya, sehingga terdapat saluran yang lebih sedikit daripada yang dibutuhkan untuk menghubungkan semua pelanggan. Jaringan semacam ini dikenal sebagai jaringan *blocking*.

Jaringan *blocking* dapat digambarkan seperti melakukan tahap-tahap *concentration* (konsentrasi), *distribution* (distribusi) dan *expansion* (ekspansi), seperti seperti pada gambar 2-22, maka dapat dilihat bahwa hubungan dapat ditetapkan antara keberadaan asal dan akhir dari semua pelanggan, tetapi hanya tiga lintasan yang dapat ditetapkan secara bersama-sama. Sebagai contoh, jika pelanggan nomor 1 bicara, pelanggan nomor 2, 3 dan 4 ditahan. Jaringan switching yang besar dapat disusun dengan

cara ini.



GAMBAR 2-22⁴⁴⁾
ILUSTRASI JARINGAN SWITCHING

2. 4. 6. 1. PROSES PENYAMBUNGAN

Proses penyambungan pada jaringan switching pada suatu sistem switching telepon digital secara umum terdiri dari 3 jenis, yaitu :

- *time switching*
- *space switching*
- *space-time switching*

2. 4. 6. 1. 1. TIME SWITCHING

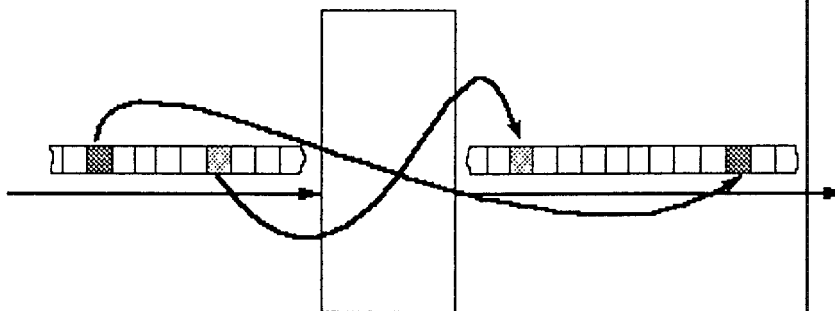
Syarat dari *time switch* digambarkan pada gambar 2-23. Sistem ini harus

⁴⁴⁾ Bernhard E. Keiser and Eugene Strange, *op. cit.*, hal. 276.

mampu mentransfer isi dari beberapa time-slot inlet khusus ke dalam time-slot outlet tertentu dan dapat melakukan fungsi ini untuk tiap pasangan time-slot inlet/outlet yang lain dalam beberapa pasangan yang berubah-ubah.

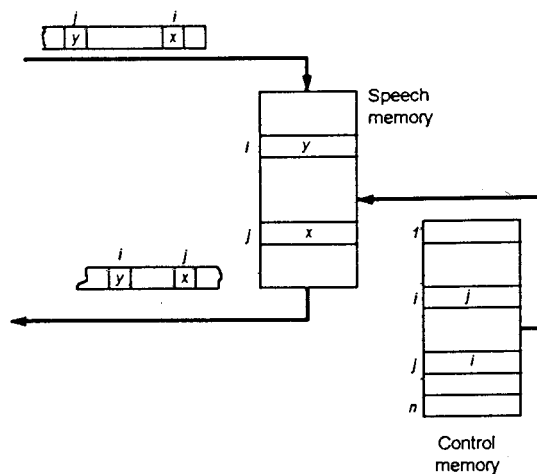
Salah satu metode yang dapat melakukan fungsi-fungsi di atas dapat dilihat pada gambar 2-24.

Aliran bit yang masuk adalah time-slot yang disimpan dengan time-slot seperti ketika aliran bit tersebut masuk ke dalam sebuah *speech memory*. Dalam sebuah memori kontrol yang terpisah, informasi adalah identifikasi tersimpan yang mengidentifikasi sampel untuk dikirimkan dalam time-slot outgoing. Sampel outgoing diambil dari *speech store* yang ditentukan oleh memori kontrol. Misalnya harga sampel x diterima dalam time-slot i tersimpan dalam time-slot urutan numerik pada *speech memory*. Aliran bit keluaran adalah tersusun dari sampel-sampel yang diatur oleh memori kontrol sehingga harga sampel x adalah keluaran dalam time-slot keluaran j . Sistem yang dtunjukkan adalah hubungan dupleks jika ketika time-slot keluaran j dialokasikan ke time-slot masukan i , kemudian time-slot keluaran i secara otomatis dialokasikan ke time-slot masukan j .



GAMBAR 2-23⁴⁵⁾
SYARAT TIME SWITCH

⁴⁵⁾ John Ronayne, *op. cit.*, hal. 78.



GAMBAR 2-24⁴⁶⁾
TIME SLOT INTERCHANGER PADA TIME SWITCH

Jika masukan dan keluaran adalah sistem CEPT 30-kanal, maka metode di atas menyediakan switching untuk 32 percakapan.

Jadi, secara umum prinsip switching pada *time switch* ialah proses penulisan PCM word yang terdapat pada time-slot masuk ke dalam *speech memory* dan pembacaan kembali PCM word pada *speech memory* oleh time-slot outgoing yang telah ditentukan, di bawah pengendalian memori kontrol. Sehingga suatu PCM word yang menempati suatu time-slot tertentu pada jalur incoming akan dapat menempati time-slot yang berbeda tetapi jalur yang sama.

Faktor utama dalam *time switching* dalam memori adalah delay. Dalam sistem 24 time-slot, pembicaraan dapat delay sampai 23 time-slot. Dalam sistem 32 kanal, pembicaraan dapat delay sampai 31 time-slot.

Jaringan switching menggunakan 256 time-slot atau lebih dari 125 μ s frame. Oleh karena itu delay maksimum dalam pembicaraan pada *time switch* tunggal adalah sekitar 120-124,5 μ s. Penambahan delay yang inheren dalam transmisi dan sistem switching, dapat menambah pengaruh *echo* pada percakapan. Maka sistem terbanyak

⁴⁶⁾ Ibid, hal. 79.

menggunakan *time division* dan *space division*.

Banyaknya time-slot yang dapat di-switch dalam memori selama 125 μ s adalah fungsi dari waktu putaran memori informasi. Masing-masing time-slot membutuhkan putaran menulis dan membaca. Dengan 8 Khz sampling, jumlah maksimum time-slot atau kanal (C) yang dapat di-switch dalam memori adalah :⁴⁷⁾

$$C = \frac{\text{Frame Time}}{2 \times \text{memory cycle time}} \quad (2.29)$$

di mana: Frame Time = 125 μ s

Memory Cycle Time = waktu putar memori

= t_c (μ s)

Jadi, 256 kanal *Time Slot Interchanger* (TSI) membutuhkan memori dengan waktu putar minimum 244 ns dan 1024 kanal TSI membutuhkan memori dengan waktu putar 61 ns. Kontrol memori, seperti memori informasi membutuhkan 1 word untuk masing-masing kanal dalam kawasan waktu, tetapi panjang word adalah sebuah fungsi banyaknya kanal. Jumlah bit yang dibutuhkan dalam masing-masing word dalam kontrol memori dihitung dengan :⁴⁸⁾

$$B = \log_2 C \quad (2.30)$$

di mana :

C = jumlah kanal

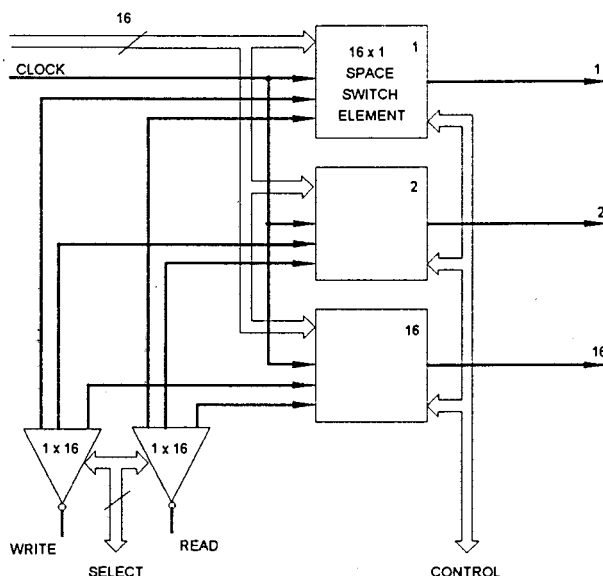
⁴⁷⁾ Ibid.

⁴⁸⁾ Bernhard E. Keiser and Eugene Strange, *op. cit.*, hal. 300.

2. 4. 6. 1. 2. SPACE SWITCHING

Switching kawasan ruang mulanya dikembangkan untuk peralatan analog dan kemudian dikembangkan pada teknologi digital. Prinsip-prinsip dasarnya adalah sama, baik untuk menangani sinyal analog maupun sinyal digital.

Secara umum prinsip switching pada *space switch* ialah menyambungkan beberapa PCM word dari jalur masuk menuju jalur keluar tanpa mengubah time-slotnya. Sehingga suatu PCM word yang menempati suatu time-slot tertentu pada jalur incoming akan dapat berpindah pada jalur outgoing yang berbeda, tetapi tetap menempati time-slot yang sama. Proses switching tersebut dilaksanakan oleh matriks switching yang terdiri dari titik-titik silang berupa gerbang 'and'. Sistem switching tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar 2-25

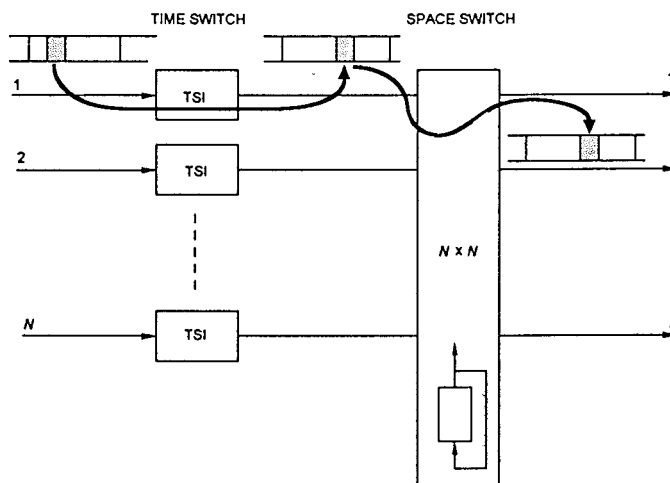


GAMBAR 2-25⁴⁹⁾
16 X 16 TIME DIVISION SPACE SWITCH

⁴⁹⁾ John Ronayne, *op. cit.*, hal. 83.

2. 4. 6. 1. 3. SPACE-TIME SWITCHING

Prinsip switching pada *space-time switching* ialah menyambungkan PCM word yang berasal dari suatu time-slot pada beberapa jalur masuk, menuju ke time-slot yang lain pada beberapa jalur keluar. Sehingga beberapa PCM word pada jalur masuk dapat disambungkan ke sebarang time-slot pada sebarang jalur keluar. PCM word pada jalur masuk dimultipleks kemudian diteruskan ke memori data melalui jalur dengan kecepatan bit yang lebih tinggi daripada jalur masuk. PCM word tersebut kemudian ditulis pada memori data secara berurutan. Selanjutnya PCM word tersebut dibaca berdasarkan petunjuk dari memori kontrol diteruskan ke demultiplekser melalui jalur kecepatan tinggi, dan akhirnya dimultipleks ke beberapa jalur keluar.



GAMBAR 2-26⁵⁰⁾
TIME-SPACE SWITCHING

⁵⁰⁾ Ibid.

2. 4. 6. 2. STRUKTUR JARINGAN

Jaringan switching dapat dibentuk dengan menggunakan kombinasi *time-switch* dan *space switch* multi-tahap.

Beberapa struktur jaringan switching yang umum digunakan diantaranya adalah :

- *Time-Space-Time* (TST)
- *Space-Time-Space* (STS)

2. 4. 6. 2. 1. TIME-SPACE-TIME (TST)

Struktur jaringan switching TST ditunjukkan pada gambar 2-27. Sedangkan sifat-sifat jaringan switching TST adalah :

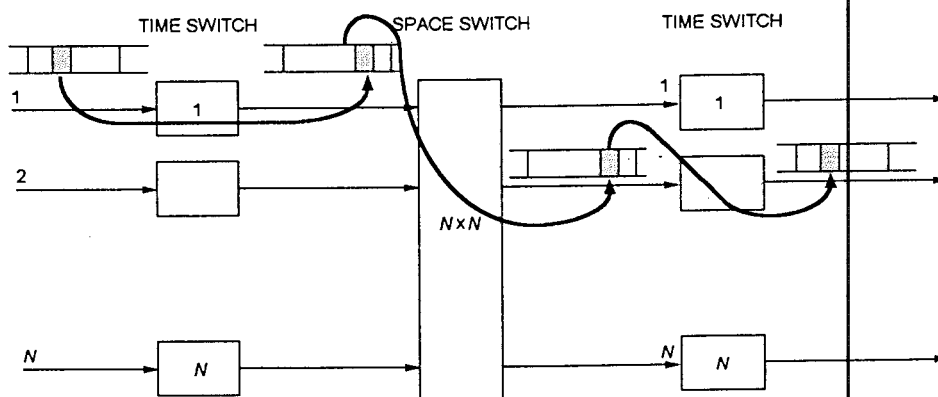
- Susunannya relatif rumit.
- Untuk jumlah saluran rendah, kompleksitas tinggi, tetapi untuk jumlah saluran tinggi kompleksitas menjadi rendah.
- Jalur alternatif pada jaringan swtching terbatas
- Dapat bekerja pada lingkungan *synchronous* atau *plesiochronous*.

2. 4. 6. 2. 2. SPACE-TIME-SPACE (STS)

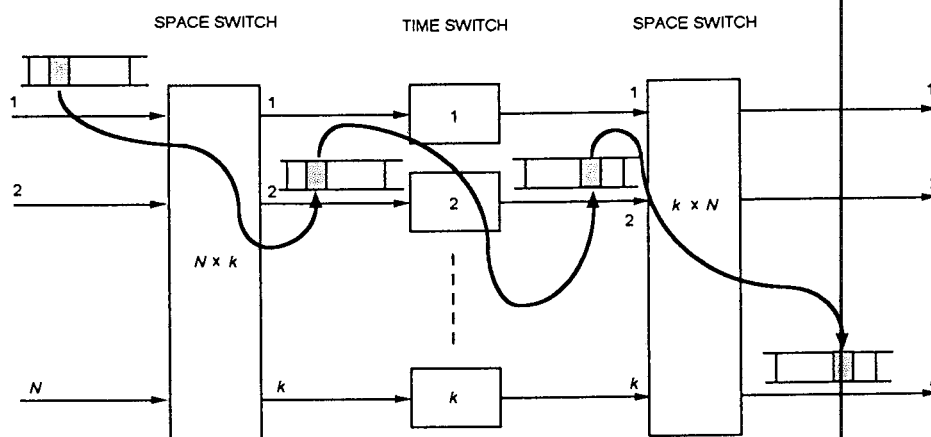
Struktur jaringan switching STS dintunjukkan pada gambar 2-28. Untuk sifat-sifat switching STS antara lain adalah :

- Susunan sederhana.
- Untuk jumlah saluran rendah, kompleksitas kecil tetapi untuk jumlah saluran tinggi, kompleksitas menjadi besar.

- Jalur alternatif pada jaringan cukup banyak.
- Hanya bekerja dalam lingkungan *plesiochronous*.



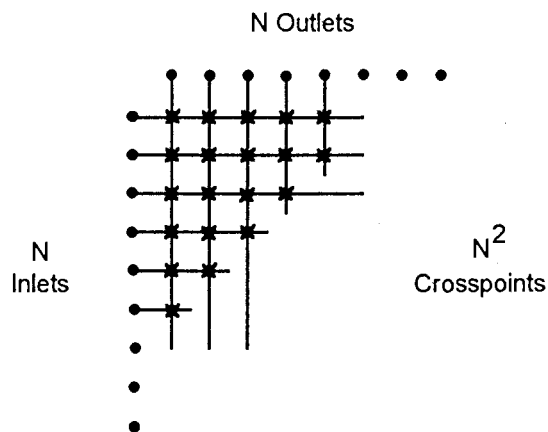
GAMBAR 2-27⁵¹⁾
JARINGAN SWITCHING TST



GAMBAR 2-28⁵²⁾
JARINGAN SWITCHING STS

51) Ibid, hal. 85.

52) Ibid.



GAMBAR 2-29⁵³⁾
SWITCHING NONBLOCKING SATU-TAHAP

2. 4. 7. SWITCHING NONBLOCKING

Terlepas dari trafik, jaringan switching nonblocking dapat menjamin tersedianya sebuah lintasan dari beberapa inlet yang kosong ke beberapa outlet yang kosong.

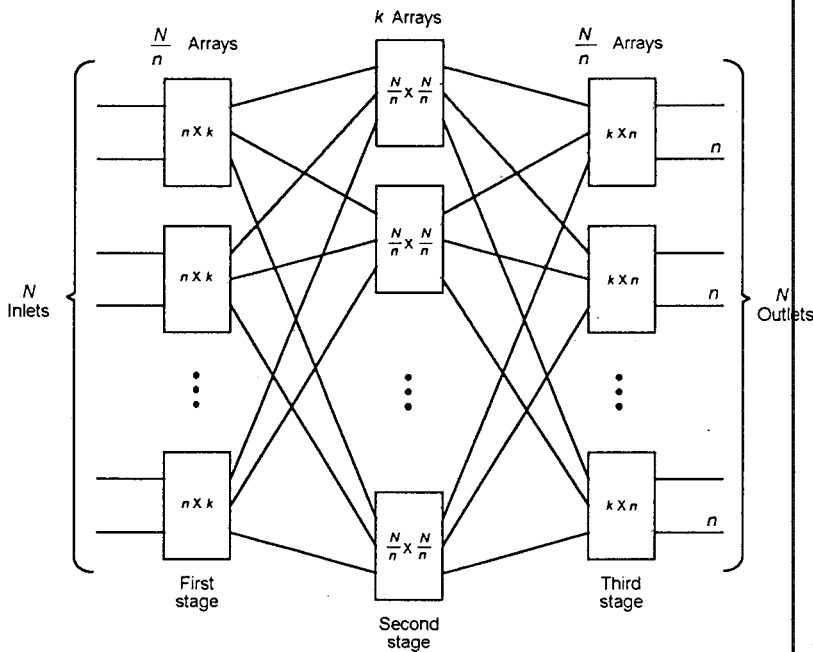
Pada jaringan switching nonblocking satu-tahap N inlet ke N outlet memerlukan N^2 *crosspoint* (gambar 2-29).

2. 4. 7. 1. SWITCHING MULTI-TAHAP

Pada switching satu-tahap terdapat beberapa kelemahan, antara lain yaitu:

- Jumlah *crosspoint* yang besar pada tiap saluran inlet dan outlet.
- Dibutuhkan sebuah *crosspoint* tertentu untuk tiap sambungan tertentu, sehingga jika *crosspoint* tersebut gagal maka sambungantidak dapat ditetapkan.

⁵³⁾ Bruce E. Briley, *Introduction to Telephone Switching*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Canada, 1983, hal. 124.



GAMBAR 2-30⁵⁴⁾
MATRIKS SWITCHING TIGA-TAHAP

Untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi jumlah *crosspoint*, diperlukan beberapa *crosspoint* khusus yang dapat digunakan untuk lebih dari satu sambungan. Jika *crosspoint* dibagi, juga diperlukan lebih dari satu lintasan yang tersedia untuk beberapa sambungan yang potensial sehingga tidak terjadi blocking. Lintasan pengganti berfungsi untuk mengurangi blocking dan mencegah kegagalan. Pembagian *crosspoint* untuk lintasan potensial yang melalui sentral dapat diwujudkan dengan switching multi-tahap. Diagram blok dari salah satu bentuk switching multi-tahap dapat dilihat pada gambar 2-30.

Pada gambar 2-30 inlet dan outlet dipartisi ke dalam subgrup masing-masing menjadi n inlet dan n outlet. Array inlet (tahap pertama) adalah array $n \times k$ di mana tiap satu dari k output dihubungkan ke satu dari array tahap tengah k . Hubungan antar tahap biasa disebut *juncor*. Tahap ketiga terdiri dari array $k \times n$ untuk menyediakan hubungan

⁵⁴⁾ John Bellamy, *op. cit.*, 1982, hal 224

dari tiap array tahap tengah ke grup dari n outlet. Seluruh array tahap tengah adalah N/n kali N/n array yang dapat menyediakan sambungan-sambungan dari beberapa array tahap-pertama ke beberapa array tahap-ketiga. Jika seluruh array dapat tersedia secara penuh, maka terdapat k lintasan yang mungkin melalui sentral untuk beberapa sambungan terpisah antara inlet dan outlet. Setiap dari k lintasan menggunakan sebuah array tahap tengah. Jadi, struktur multi-tahap menyediakan lintasan pengganti melalui sentral untuk mencegah kegagalan.

Seperti ditunjukkan pada gambar 2-30, jumlah *crosspoint* total N_x adalah:⁵⁵⁾

$$N_x = 2Nk + k \left(\frac{N}{n} \right)^2 \quad (2.31)$$

di mana :

N = jumlah inlet/outlet

n = ukuran tiap grup inlet/outlet

k = jumlah array tahap tengah

Dari persamaan di atas maka dapat ditunjukkan bahwa jumlah *crosspoint* yang diperlukan lebih sedikit dari pada jumlah *crosspoint* jika menggunakan sentral satu-tahap.

2. 4. 7. 2. SWITCHING MULTI-TAHAP NONBLOCKING

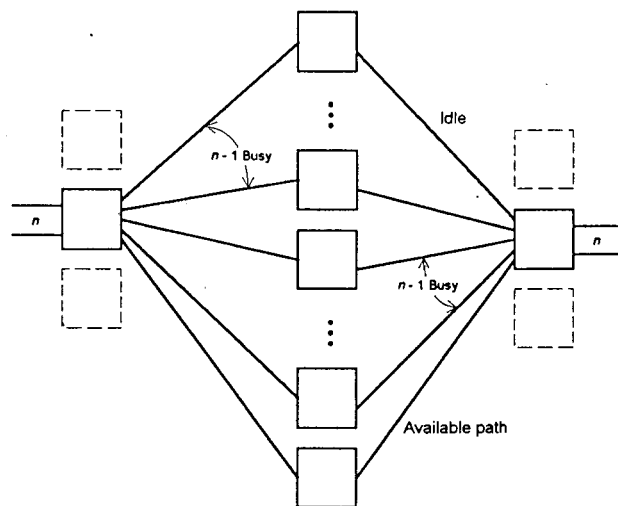
Jaringan switching nonblocking multi-tahap dapat digambarkan bahwa jika tiap array pada jaringan tersebut secara terpisah nonblocking dan jika jumlah tahap tengah k adalah sama dengan $2n-1$, maka switching adalah nonblocking.

Kondisi untuk operasi nonblocking dapat diperoleh dengan syarat bahwa sebuah hubungan yang melalui sentral tiga-tahap memerlukan penempatan sebuah array

⁵⁵⁾ Ibid, hal 225

tahap tengah dengan sebuah lintasan yang kosong dari tahap pertama yang sesuai dan sebuah lintasan kosong ke tahap ketiga yang sesuai. Selama array-array tersebut nonblocking, maka lintasan yang dikehendaki dapat dibangun sewaktu-waktu, sebuah tahap tengah dengan dengan lintasan yang kosong dapat ditempatkan. Apabila tiap array pada tahap-pertama mempunyai n inlet, hanya $n - 1$ dari inlet-inlet tersebut yang sibuk, bila inlet yang berhubungan dengan sambungan yang dikehendaki kosong. Jika k lebih besar dari pada $n - 1$, lintasan yang menuju array-array tahap tengah dapat sibuk paling banyak $n - 1$. Demikian juga untuk lintasan sibuk yang menuju tahap-ketiga adalah $n - 1$ jika outlet dari sambungan yang dikehendaki kosong.

Situasi terburuk untuk terjadi blocking (gambar 2-31) jika semua $n - 1$ lintasan sibuk dari array tahap-pertama menuju satu perangkat array-array tahap tengah dan jika seluruh $n - 1$ lintasan sibuk yang menuju array tahap-ketiga yang diinginkan datang dari



GAMBAR 2-31⁵⁶⁾
Matriks Switching Tiga-Tahap Nonblocking

⁵⁶⁾ Ibid, hal 226

seperangkat array-array tahap tengah yang terpisah. Jadi, dua perangkat dari array-array tahap tengah ini tidak dapat disediakan untuk sambungan yang diinginkan. Jika ditempatkan sebuah array tahap tengah lagi, lintasan input dan output yang sesuai akan kosong dan tahap tengah tersebut dapat digunakan untuk membangun sambungan. Jika $k = (n - 1) + (n - 1) + 1 = 2n - 1$, maka sentral nonblocking. Dengan mensubstitusi harga k ke persamaan (2.31) didapatkan persamaan untuk membuat sentral tiga-tahap yang nonblocking:⁵⁷⁾

$$N_x = 2N(2n - 1) + (2n - 1)\left(\frac{N}{n}\right)^2 \quad (2.32)$$

Dari penurunan persamaan (2.32) terhadap n , didapatkan bahwa harga n yang optimum adalah $(N/n)^{1/2}$. Untuk mendapatkan jumlah *crosspoint* yang minimum dari sentral tiga-tahap nonblocking adalah dengan mensubstitusikan harga n ke dalam persamaan (2.32):⁵⁸⁾

$$N_{x(\min)} = 4N(\sqrt{2N} - 1) \quad (2.33)$$

2. 4. 7. 3. BLOCKING PADA SWITCHING MULTI-TAHAP

Sentral nonblocking hampir tidak diperlukan pada jaringan telepon. Karena struktur blocking lebih ekonomis dari pada nonblocking. Peralatan untuk jaringan telepon publik dirancang untuk menghasilkan probabilitas blocking maksimum yang tertentu untuk jam tersibuk pada suatu hari. Harga probabilitas ini adalah salah satu aspek dari *grade of service* perusahaan telepon.

⁵⁷⁾ Ibid

⁵⁸⁾ Ibid, hal 227

Terdapat dua teknik analitik yang dikenal untuk menghitung probabilitas blocking, yaitu metode Jacobaeus dan Lee. Tetapi di sini hanya akan dibahas metode Lee, kerana dengan metode Lee akan diperoleh pendekatan yang baik⁵⁹⁾. Untuk ini memerlukan suatu *network graph* untuk menghitung semua lintasan-lintasan yang mungkin dari beberapa inlet ke beberapa outlet (gambar 2-32).

Untuk sentral tiga tahap dengan k perantara, tahap kedua, terdapat k lintasan yang mungkin antara pasangan inlet/outlet yang diberikan (gambar 2-33). Jika probabilitas sebuah inlet sibuk adalah p , maka probabilitas sebuah lintasan menjadi sibuk dengan asumsi bahwa trafik terdistribusi secara uniform melalui lintasan-lintasan tersebut adalah:⁶⁰⁾

$$\text{Prob. Lintasan Sibuk} = \frac{pn}{k} \quad (2.34)$$

n/k disebut juga rasio konsentrasi. Sedangkan untuk probabilitas sebuah lintasan yang terdiri dari dua jalur menjadi sibuk (dengan asumsi bahwa keadaan kosong atau sibuk jalur tersebut independen) dapat dihitung dengan persamaan:⁶¹⁾

$$\text{Prob. Lintasan Sibuk} = 1 - \left(1 - \frac{pn}{k}\right)^2 \quad (2.35)$$

dan untuk probabilitas seluruh lintasan menjadi sibuk adalah:⁶²⁾

$$\text{Prob. Semua Lintasan Sibuk} = \left(1 - \left(1 - \frac{pn}{k}\right)^2\right)^k \quad (2.36)$$

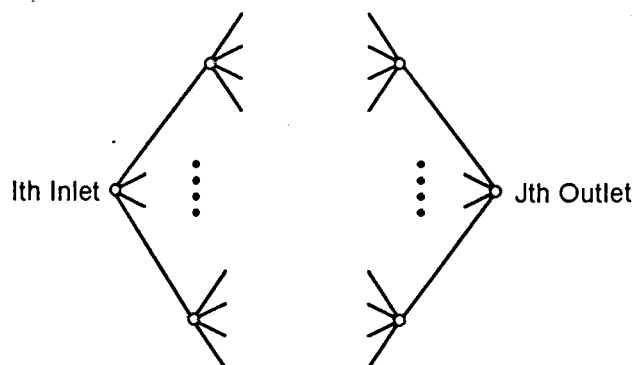
probabilitas tersebut juga disebut probabilitas blocking.

⁵⁹⁾ Bruce E. Briley, *op. cit.*, hal 128

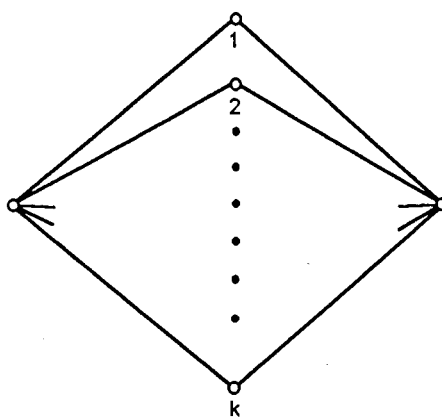
⁶⁰⁾ Ibid, hal 128

⁶¹⁾ Ibid, hal 130

⁶²⁾ Ibid



GAMBAR 2-32⁶³⁾
METODE LEE.



GAMBAR 2-33⁶⁴⁾
CONTOH JARINGAN TIGA-TAHAP

⁶³⁾ Ibid, hal 129

⁶⁴⁾ Ibid

BAB III

KONSEP, KONFIGURASI DAN APLIKASI

SISTEM STK-1000

3. 1. UMUM

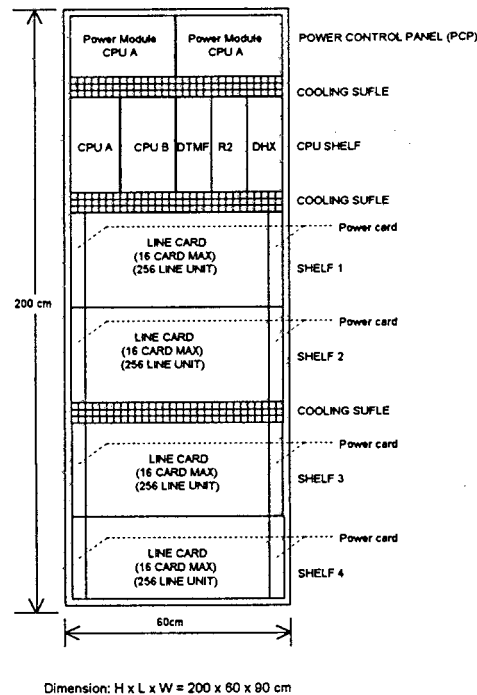
Sistem STK-1000 mempunyai konfigurasi sistem yang modular dan banyak menggunakan komponen-komponen berteknologi tahun 1990-an. Sehingga STK-1000 mempunyai sistem arsitektur yang fleksibel yaitu dapat digunakan untuk kapasitas mulai 128 sst sampai dengan 3000 sst baik untuk pelayanan suara (*voice*) maupun data dan terdiri dari modul-modul (modular).

STK-1000 tersusun dari tiga sub sistem fungsional, yaitu *traffic subsystem*, yang bertugas membangun saluran melalui sistem, dan terdiri dari pelanggan dan interface trunk dan *switching matrix*, kemudian *control subsystem*, terdiri dari *central processor* dan card-card nada, selain kedua sub sistem tersebut yaitu *maintenance and operation subsystem*, yang menyediakan fungsi-fungsi *man-machine communication*, supervisi sistem, *charging* dan testing.

Signalling yang dapat bekerja pada STK-1000 antara lain adalah:

- **line signalling**, meliputi *DC loop line signalling*, *E&M line signalling* dan *digital line signalling*
- **register signalling**, meliputi *P/R VP receiving & sending*, *MF receiving & sending* serta *MFC receiving & sending*
- **common channel signalling**, CCITT No. 7 *signalling*.

Sistem PCM yang digunakan adalah 2 Mbit/detik CEPT, dapat pula digunakan



GAMBAR 3-1⁶⁵⁾
SISTEM RAK STK-1000

PCM T1 sebagai pilihan. PCM dapat disinkronisasi dengan sentral lain dan dapat diprogram sebagai *master* atau *slave* untuk implementasi perencanaan sinkronisasi nasional.

Interface trunk yang disediakan dapat digunakan untuk saluran digital maupun analog (4 kawat, 2 kawat)

STK-1000 dirakit dengan sistim rak yang mempunyai dimensi relatif kecil dan mampu memuat 1024 sst. Satu rak terdiri dari 4 (empat) *shelf* untuk *line card*, sebuah *line card shelf* dapat ditempati 16 *line card* yang identik dengan 256 sst.

Sub sistem-sub sistem STK-1000 berhubungan dengan *main computer* melalui

⁶⁵⁾ —, *Program Kerjasama dan Pengembangan STK-1000 P.T. Telkom - P.T. Elektrindo Nusantara*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 7.

group link (GL) yang merupakan jalur pengatur dan *digital highway* (DHWY) sebagai jalur data.

Dalam bab ini dibahas mengenai konsep dan konfigurasi sistem STK-1000 secara umum yang meliputi modularitas sistem, sistem arsitektur dan sub sistem-sub sistem yang tersebut di atas serta dibahas juga mengenai aplikasi sistem STK-1000 yang meliputi kapasitas sistem, dan implementasi sistem STK-1000 pada jaringan telepon yang telah ada. Dalam hal implementasi, dibahas STK-1000 pada STO Pandaan, Witel VII Surabaya.

3. 2. SISTEM ARSITEKTUR STK-1000

Dalam sistem STK-1000 beberapa komponen dasar yang utama yaitu :

- ❑ *Digital Switching Machine* (DSM)
- ❑ Sub Sistem, yang dibedakan menjadi dua jenis menurut fungsi dasarnya:
 - a. sub sistem yang digunakan sebagai *man- machine-interface* (MMI)
 - b. sub sistem yang digunakan untuk menjalankan fungsi switching

Sub sistem yang merupakan MMI yaitu:

- *Announcement card*
- *Built in test card* (BIT)
- *Dual tone multi frequency card* (DTMF)
- *Multi frequency card* (MF)
- *Digital trunk card* (DHX)
- *Line card*

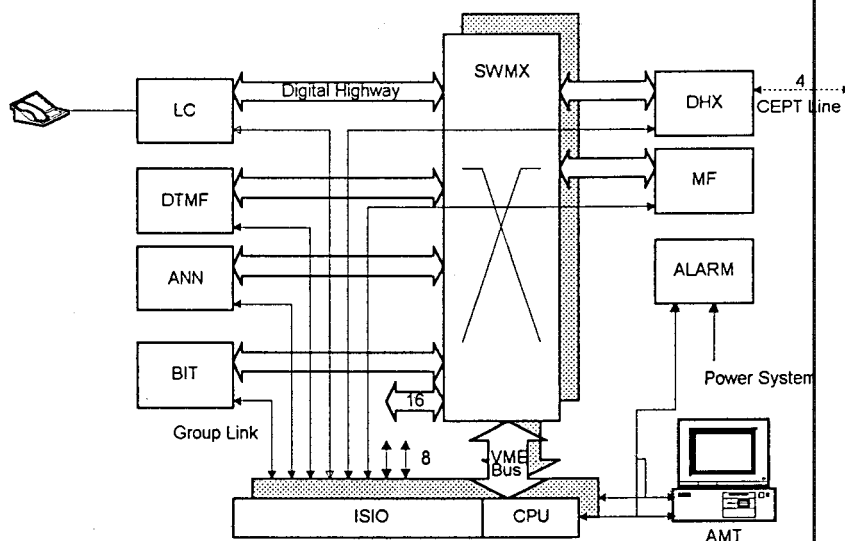
sedangkan sub sistem yang menjalankan fungsi switching adalah:

- ↳ *Alarm*
- ↳ *Administration and maintenance*

3. 2. 1. KONSEP SISTEM DAN MODULARITAS STK-1000

Secara sederhana bagan sistem STK-1000 dapat dilihat pada gambar 3-2. Terlihat pada gambar 3-2, bahwa sistem STK-1000 terdiri dari DSM yang terhubung dengan beberapa sub sistem. Pada AMT dan alarm adalah sub sistem yang merupakan MMI, sedangkan yang lain adalah sub sistem yang menjalankan fungsi switching. Untuk penjelasan secara umum mengenai sub sistem STK-1000 dapat dilihat pada tabel 3-1.

Antara sub sistem dengan DSM dibuat jalur hubungan standar yang terdiri dari *digital highway* (DHWY) dan *group link* (GL). Dengan adanya jalur hubungan yang standar, maka modul generik untuk masing-masing sub sistem pada sistem STK-1000 adalah sama. Modul generik sub sistem seperti terlihat pada gambar 3-3.



GAMBAR 3-2⁶⁶⁾
BAGAN STK-1000

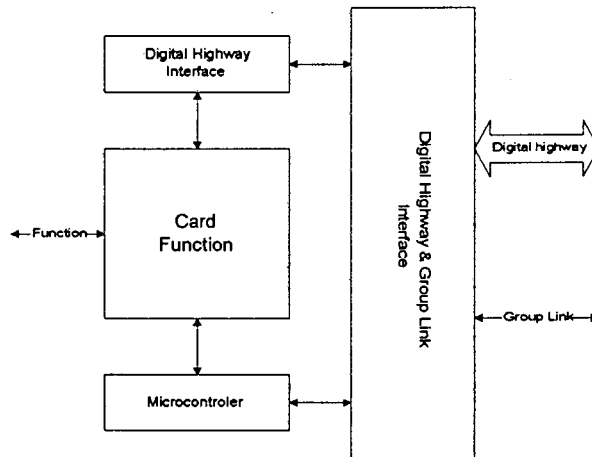
⁶⁶⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Proses Penyambungan*, Handout STK-1000, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 1

TABEL 3-1⁶⁷⁾
SUB SISTEM STK-1000

Sub Sistem	Keterangan
Announcement Card	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangkit announcement • card terdiri dari 8 unit (jenis) announcement
BIT Card	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai pengetesan sistem, ISP maupun OSP
DTMF Card	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangkit nada-nada sentral • DTMF receiver • 1 card terdiri dari 8 unit DTMF receiver
MF Card	<ul style="list-style-type: none"> • Menangani register signalling (SMFC) • card terdiri dari 4 unit MF receiver
Digital Trunk (DHX) Card	<ul style="list-style-type: none"> • Digital trunk interface • 1 card terdiri dari 4 sistem PCM, 120 kanal
Line Card	<ul style="list-style-type: none"> • Interface pelanggan • 1 card terdiri dari 16 line unit (8 pot module) • Dapat digunakan untuk pay-phone (software configurable), reverse polarity, 16 kHz • Termasuk ring generator
Digital Switching Module	<ul style="list-style-type: none"> • Terdiri dari MPU dan switch matrix • Kapasitas 512 Erl non-blocking
Alarm Card	<ul style="list-style-type: none"> • Panel alarm aktif (audio dan display)
AMT	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal MMI • Menu mode dan/atau command mode • Lokal/remote terminal • Attendance console

Dari gambar 3-3 dapat dilihat bahwa tiap sub sistem pintar (*intelligent*), hal ini dikarenakan terdapatnya mikrokontroler pada tiap sub sistem. Dengan adanya mikrokontroler tersebut, maka fungsi-fungsi sentral pada STK-1000 dapat disebar (*distributed*). Penyebaran fungsi-fungsi tersebut dapat mempertinggi modularitas dan fleksibilitas sistem secara keseluruhan.

⁶⁷⁾ ---, *Op.cit*, hal. 3.



GAMBAR 3-3⁶⁸⁾
MODUL GENERIK STK-1000

3. 2. 2. ARSITEKTUR STK-1000

Arsitektur STK-1000 dapat dilihat pada gambar 3-4. Pada gambar 3-4 terlihat bahwa setiap sub sistem, sesuai dengan modul generik STK-1000, terhubung ke *main computer unit* (MCU) dan *switch matrix* masing-masing melalui DHWY dan GL.

Untuk menjamin keandalan sistem secara keseluruhan, pada beberapa bagian yang utama dalam arsitektur STK-1000 digunakan teknik redudansi secara *hot-standby*. Seperti terlihat pada gambar 3-4, MCU dan *switch matrix* diduplikasi menjadi sistem A dan sistem B agar sistem lebih handal.

GL output digunakan oleh MCU untuk jalur kontrol (perintah) ke masing-masing sub sistem, sedangkan GL input digunakan untuk mengirimkan status dari masing-masing sub sistem ke MCU. Pengiriman status sub sistem dilakukan berdasarkan *polling* atau setelah diterimanya perintah dari MCU. Seperti terlihat pada gambar 3-3, bahwa pada modul generik terdapat mikrokontroler yang secara langsung menangani pengolahan

⁶⁸⁾ Ibid, hal. 2.

- *Digital highway*

Pemilihan sistem mana yang digunakan ditentukan sendiri oleh mikrokontroler pada masing-masing sub sistem berdasarkan kondisi serta status dari GL dan DHWY.

Kedua MCU pada sistem A dan sistem B saling berhubungan untuk memastikan bahwa masing-masing MCU mempunyai data base penyambungan yang selalu sama. Dengan demikian, jika sistem A mengalami kegagalan, maka sistem B akan langsung bangkit dan mempertahankan kondisi penyambungan yang telah ada. Demikian juga sebaliknya jika sistem B mengalami kegagalan.

3. 2. 3. DIGITAL HIGHWAY DAN GROUP LINK

Digital highway adalah salah satu komponen jalur hubungan standar antara DSM dengan sub sistem. Seperti terlihat pada gambar 3-5, DHWY adalah jalur hubungan yang bersifat sinkronus dengan kecepatan 2,048 MBps dan terdiri dari 4 unsur yaitu :

- *Digital Highway Input (DHSMIn)*
- *Digital Highway Output (DHSMOut)*
- *System Clock*
- *Frame Sync*

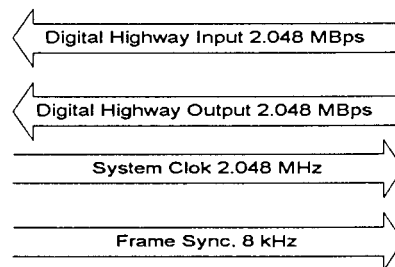
Penamaan DHWY menunjukkan arah aliran hubungan tersebut dengan mengambil DSM sebagai titik referensi. DHSMIn berarti DHWY menuju DSM dari sub sistem, dan DHSMOut adalah DHWY dari DSM menuju sub sistem.

System clock adalah sinyal berfrekwensi 2,048 MHz dengan 50% duty cycle. Frekwensi sinyal *frame sync*. adalah 8 kHz yang berfungsi untuk menandai awal dari satu frame, dengan demikian maka selang waktu antara dua frame adalah 125 mikro detik. Dalam satu frame baik DHSMIn maupun DHSMOut terdiri dari 32 time slot. Masing-masing time slot terdiri dari 8 bit data. Dengan demikian maka kecepatan DHSMIn dan

DHSMout adalah 2,048 MBps dan masing-masing time slot mempunyai kecepatan 64 kbps.

Untuk *group link* (GL) sama halnya dengan DHWY, dalam hal penamaan GL input dan output menunjukkan arah sinyal dengan mengambil DSM sebagai titik referensi. Sinyal GL adalah sinyal asinkronus dengan kecepatan 9600 Bps dengan format sebagai berikut :

- ↳ 1 start bit
- ↳ 8 data bit
- ↳ 1 stop bit



GAMBAR 3-5⁷⁰⁾
DIGITAL HIGHWAY STK-1000

3. 2. 3. DIGITAL HIGHWAY EXTENDER (DHX) CARD

Digital highway extender (DHX) card atau biasa disebut *Digital Trunk card* pada STK-1000 berfungsi sebagai interface STK-1000 dengan *digital trunk*. DHX card dapat dioperasikan sebagai trunk digital E1 (sesuai standar CCITT G.732) maupun trunk digital T1 (CCITT G.733).

⁷⁰⁾ Ibid, hal. 4.

3. 2. 3. 1. PRINSIP KERJA DHX CARD

Pada prinsipnya tugas DHX card adalah :

- Mengubah level tegangan DHWY menjadi sesuai dengan rekomendasi CCITT G.703.
- Menganalisa *line signalling* dan melaporkan ke CPU serta membuat *line signalling* sesuai perintah CPU.
- membangkitkan pola sinkronisasi pada sisi transmit trunk digital, dan menangkap sinkronisasi pada sisi receive trunk digital.

Diagram blok DHX card secara garis besar dapat digambarkan seperti pada gambar 3-6. Dari gambar tersebut, bagian-bagian dari sub sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Back Plane Interface

Bagian ini terdiri dari sejumlah driver dan receiver RS422. Dengan mengatur driver dan receiver tersebut, maka DHX card dapat terhubung ke:

- ↳ CPU A dan SMX A
- ↳ CPU B dan SMX B

atau terlepas sama sekali dan tidak mengganggu card lain.

Back plane interface dapat menerima sekaligus empat DHWY dari SMX A dan empat DHWY dari SMX B.

2. Pengawas

Bagian ini bertugas memantau keadaan catu daya, prosesor dan DHWY.

Apabila terdeteksi adanya gangguan, maka bagian pengawas akan melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk kerusakan fatal seperti misalnya prosesor berhenti bekerja, maka bagian pengawas akan mematikan *back plane interface* sehingga card yang rusak tidak

mengganggu card yang lain.

2. Menunjukkan kerusakan pada *front panel*.
3. Berusaha mengatasi gangguan, misalnya dengan mereset prosesor.

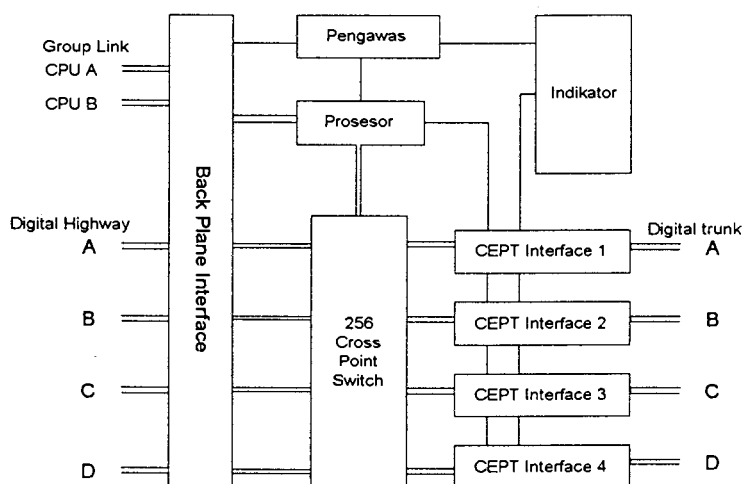
3. Prosesor

Tugas utama prosesor adalah menyelenggarakan *line signalling* pada trunk digital. Untuk meringankan beban CPU maka sebagian dari *call processing* ditangani prosesor, misalnya *seizure*, *answer*, *release* dan *blocking*.

Selain itu prosesor bertugas mengendalikan semua bagian-bagian lain dari DHX card kecuali bagian pengawas.

4. 256 Cross Point Switch

Cross point switch digunakan untuk memisahkan kanal-kanal suara dan kanal-kanal *line signalling*. Kanal-kanal suara selanjutnya disalurkan ke SMX melalui *back plane*



GAMBAR 3-6⁷¹⁾
DIAGRAM BLOK DHX CARD

⁷¹⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Digital Highway Extender Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal 1.

interface, sedangkan kanal-kanal *supevisory signalling* (time slot 16) disalurkan ke prosesor.

Tugas lain *cross point switch* adalah untuk menyalurkan pola sinkronisasi ke time slot 0.

5. CEPT Interface

CEPT *interface* menghubungkan 256 *cross point switch* ke trunk digital. Pada *interface* ini dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- ✧ Penyesuaian level sinyal (sesuai rekomendasi CCITT G.703).
- ✧ Pengaturan jitter (sesuai rekomendasi CCITT G.823).
- ✧ Pengambilan clock dari sentral lawan. Clock ini selanjutnya dapat disalurkan ke SMX sehingga STK-1000 dapat dioperasikan secara sinkron dengan sentral induknya, tetapi untuk saat ini clock tersebut tidak disalurkan ke SMX dan STK-1000 beroperasi secara *plesiochronous*).

6. Indikator

Indikator dibagi menjadi tiga macam yaitu:

1. *Watch dog* (W/D) adalah indikator unjuk kerja prosesor. Pada keadaan normal indikator menyala hijau, namun apabila bagian pengawas mendeteksi adanya gangguan pada prosesor maka indikator akan menyala merah.
2. SP/A, SP/B, SP/C, SP/D adalah indikator keadaan input port trunk digital. Apabila terdapat sinyal PCM yang benar pada input CEPT *interface* maka indikator ini akan menyala hijau, namun apabila sinyal mengalami gangguan maka indikator akan padam.
3. +5V adalah indikator catu daya.

3. 2. 4. DUAL TONE MULTI-FREQUENCY (DTMF) CARD

Dual tone multi-frequency (DTMF) card bertugas membangkitkan nada-nada yang dibutuhkan ke arah pelanggan dan menangani *signalling* pelanggan. DTMF *card* diletakkan dalam *function shelf* yang merupakan bagian dari CPU *shelf*.

3. 2. 4. 1. PRINSIP KERJA DTMF CARD

Berdasarkan arah sinyal-sinyal yang terdapat pada DTMF *card*, fungsi utama DTMF *card* dibagi menjadi dua yaitu:

- ☐ Pembangkit nada
- ☐ Penerima DTMF

Bagian pembangkit nada berfungsi untuk menghasilkan nada-nada sentral yang dikirim ke arah pelanggan. Nada-nada sentral yang dihasilkan oleh DTMF *card* dan di kirim ke arah pelanggan adalah:

- *Dial tone*
- *Ringback (ringing) tone*
- *Busy tone*
- *Congestion tone*
- *Trunk offering tone*

Karakteristik masing-masing nada dapat dilihat pada tabel 3-2.

Selain nada-nada yang telah tersebut di atas, masih terdapat nada-nada tambahan yang digunakan khusus untuk keperluan sentral, yaitu:

- ↳ *Howler*
- ↳ *Special info tone*
- ↳ *Payphone recognition tone*

TABEL 3-2⁷²⁾
NADA-NADA SENTRAL

Nada	Frekuensi	Cadence	Level (dBmo)
Dial tone	425 Hz \pm 25 Hz	Kontinyu	-9 \pm 2,5
Ringback tone	425 Hz \pm 25 Hz	1000mdet on, 500 mdet off	-9 \pm 2,5
Busy tone	425 Hz \pm 25 Hz	500mdet on, 500 mdet off	-9 \pm 2,5
Congestion tone	425 Hz \pm 25 Hz	250mdet on, 250 mdet off	-9 \pm 2,5
Trunk offering tone	425 Hz \pm 25 Hz	500mdet on, 500 mdet off, 1000 mdet off	-12 \pm 2,5

Howler: nada *howler* dikirimkan ke pelanggan apabila pelanggan tersebut tidak meletakkan pesawatnya dengan benar. Nada tersebut juga dikirimkan apabila pelanggan tidak meletakkan *handset (on-hook)* pada kondisi sibuk atau *congestion* setelah 30 detik.

Special info tone: dikirimkan ke pelanggan apabila nomor tujuan yang diputar tidak ada, sedang diisolir, terjadi perubahan nomor dan tidak tersedia *announcement* sesuai dengan rekomendasi CCITT Q.35.

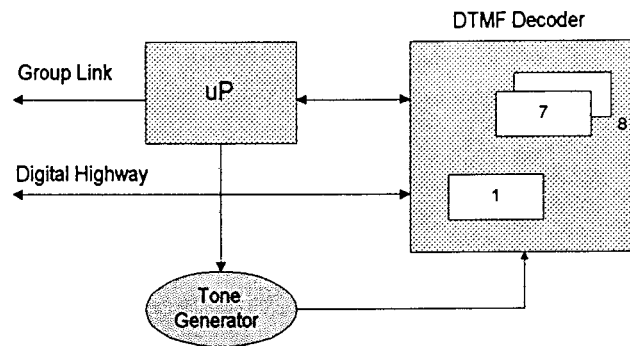
Payphone recognition tone: dikirimkan ke operator apabila panggilan yang diterima operator berasal dari telepon umum.

Bagian penerima DTMF berfungsi untuk mengartikan nada-nada signalling DTMF yang dikirim pelanggan.

Bagian dari DTMF *card* STK-1000 terlihat pada gambar 3-7. Seperti terlihat pada gambar 3-7, DTMF *card* terdiri dari:

- ☐ Mikrokontroler
- ☐ *Tone generator* (pembangkit nada)
- ☐ DTMF *decoder*

⁷²⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *DTMF Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal 1.



GAMBAR 3-7⁷³⁾
BAGAN DTMF CARD STK-1000

Mikrokontroler digunakan untuk menangani hubungan antara DTMF *card* dengan CPU melalui jalur kontrol (GL). Mikrokontroler secara keseluruhan mengontrol fungsi dan melaporkan status serta digit-digit yang diterima melalui GL.

Seperti terlihat pada tabel 3-2, pada dasarnya untuk menghasilkan berbagai nada diperlukan satu sinyal dengan frekuensi 425 Hz. Pada DTMF *card* terdapat dua buah pembangkit sinyal 425 Hz, masing-masing disebut *master clock* dan *slave clock*. Kedua pembangkit sinyal tersebut digunakan untuk redundansi, dengan demikian keandalan sistem dapat dipertinggi. Pengaturan *cadence* (periode) dilakukan oleh mikrokontroler.

DTMF *decoder* bertugas mengartikan digit-digit yang diterima. Kode digit yang diterima tersebut kemudian diteruskan ke mikrokontroler. Masukan DTMF *decoder* berasal dari DHWY.

3. 2. 4. 2. KAPASITAS DTMF CARD

Dalam satu *card* terdapat 8 buah DTMF *decoder* (receiver). Dengan demikian kapasitas trafik satu DTMF *card* adalah 8 Erlang. Apabila diperlukan, dalam satu sentral

⁷³⁾ Ibid, hal. 3.

STK-1000 dapat dipasang lebih dari satu DTMF *card*.

3. 2. 5. MULTI FREQUENCY (MF) CARD

Multi frequency card STK-1000 merupakan perangkat *signalling* R2 yang digunakan dalam pembangunan hubungan melalui trunk. Prinsip kerjanya dapat digambarkan secara blok diagram seperti pada gambar 3-8.

Digit yang dikirim dan diterima diproses sendiri oleh MF *card* tanpa banyak bantuan dari CPU. Pada panggilan incoming sebagian pemrosesan *register signalling* ditangani oleh MF *card*. Sedangkan pada panggilan outgoing CPU hanya memberikan informasi nomor yang dituju dan nomor pemanggil, selanjutnya MF *card* menangani seluruh *end-to-end signalling* dan hanya melaporkan hasil penyambungan saja. Dengan demikian beban *call processing* CPU sangat dibantu oleh MF *card*.

Untuk bagian-bagian dari MF *card* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Back Plane Interface

Bagian ini terdiri dari sejumlah driver dan receiver RS422. Dengan mengatur driver dan receiver tersebut, maka MF *card* dapat terhubung ke:

- ↳ CPU A dan SMX A
- ↳ CPU B dan SMX B

atau terlepas sama sekali dan tidak mengganggu card lain.

2. Pengawas

Bagian ini bertugas memantau keadaan catu daya, prosesor dan DHWY.

Apabila terdeteksi adanya gangguan, maka bagian pengawas akan melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk kerusakan fatal seperti misalnya prosesor berhenti bekerja, maka bagian pengawas akan mematikan *back plane interface* sehingga card yang rusak tidak

mengganggu card yang lain.

2. Menunjukkan kerusakan pada *front panel*.
3. Berusaha mengatasi gangguan, misalnya dengan mereset prosesor.

3. Prosesor

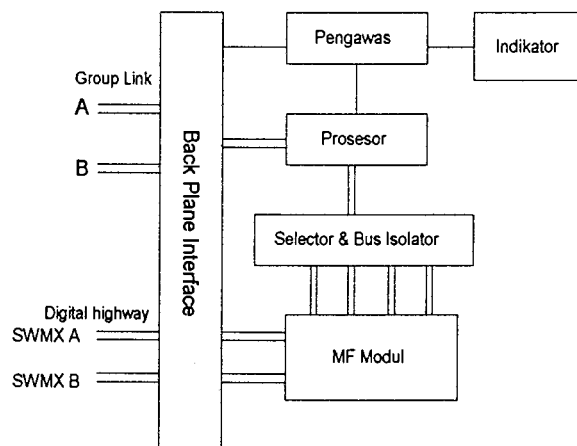
Tugas utama prosesor adalah menyelenggarakan *signalling* yang diminta CPU. Untuk meringankan beban CPU maka sebagian dari proses *signalling* ditangan prosesor. misalnya pengiriman digit berikutnya, *automatic number identification* (ANI), *restart*, dan sebagainya.

Selain itu prosesor bertugas mengendalikan semua bagian-bagian lain dari MF card kecuali bagian pengawas.

4. MF modul

MF modul bertugas:

- menganalisa digit yang diterima dan melaporkan kepada prosesor
- membangkitkan digit yang diperintahkan prosesor



GAMBAR 3-8⁷⁴⁾
BLOK DIAGRAM MF CARD STK-1000

⁷⁴⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *MF Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal 1.

5. Selektor & Bus Isolator

Untuk berkomunikasi dengan empat MF modul maka prosesor dibantu oleh selektor. Berdasarkan informasi dari prosesor, selektor akan memberikan sinyal pada MF modul yang akan diakses oleh prosesor.

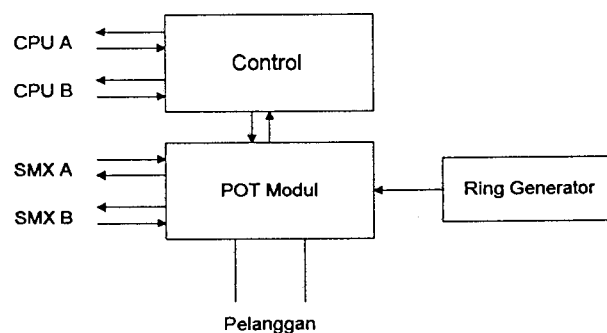
Sedangkan sinyal-sinyal yang bersifat umum untuk semua MF modul disalurkan melalui *bus isolator*. Setiap MF modul mempunyai *bus isolator* tersendiri. Dengan demikian apabila salah satu MF modul mengalami gangguan maka gangguan ini hanya akan merambat sampai isolator dan tidak mengganggu kerja MF modul lainnya.

6. Indikator

Indikator dalam MF *card* menampilkan keadaan prosesor dalam MF *card*, DHWY dan catu daya.

3. 2. 6. LINE CARD

Line card pada STK-1000 berfungsi sebagai antar-muka sentral dengan pelanggan biasa (*Z-interface*). Pada *line card* dijalankan semua fungsi BORSCHT.



GAMBAR 3-9⁷⁵⁾
DIAGRAM BLOK LINE CARD STK-1000

⁷⁵⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Line Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal 1.

Secara garis besar diagram blok *line card* STK-1000 adalah seperti terlihat pada gambar 3-9.

3. 2. 6. 1. KONTROL

Diagram untuk bagian kontrol dapat dilihat pada gambar 3-10.

Tiap-tiap bagian dari diagram kontrol tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

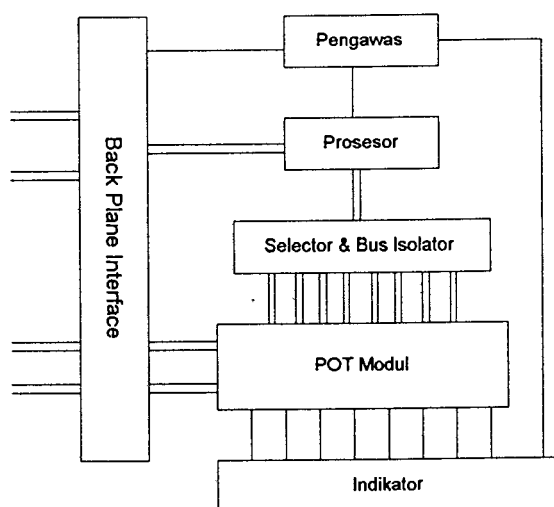
1. Back Plane Interface

Bagian ini terdiri dari sejumlah driver dan receiver RS422. Dengan mengatur driver dan receiver tersebut, maka MF *card* dapat terhubung ke:

↳ CPU A dan SMX A

↳ CPU B dan SMX B

atau terlepas sama sekali dan tidak mengganggu card lain.



GAMBAR 3-10⁷⁶⁾
DIAGRAM BAGIAN KONTROL LINE CARD STK-1000

⁷⁶⁾ Ibid, hal 2.

2. Pengawas

Bagian ini bertugas memantau keadaan:

- Catu daya
- Prosesor
- DHWY
- *Ring generator*.

Apabila terdeteksi adanya gangguan, maka bagian pengawas akan melakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk kerusakan fatal seperti misalnya prosesor berhenti bekerja, maka bagian pengawas akan mematikan *back plane interface* sehingga card yang rusak tidak mengganggu card yang lain.
2. Menunjukkan kerusakan pada *front panel*.
3. Berusaha mengatasi gangguan, misalnya dengan mereset prosesor atau mengganti sumber *ring* dari card 'tetangga'.

3. Prosesor

Tugas prosesor adalah menghubungkan CPU dengan POT modul. Untuk meringankan beban CPU, maka sebagian dari *call processing* ditangan oleh prosesor. Misalnya pendeteksian *onhook*, *flash hook* dan penghitungan jumlah pulsa digit pada *rotary dialing*.

Selain itu prosesor bertugas untuk mengendalikan semua bagian-bagian lain dari *line card* kecuali bagian pengawas.

4. Selektor & Bus Isolator

Untuk berkomunikasi dengan delapan POT modul (16 sst) maka prosesor dibantu oleh selektor. Berdasarkan informasi dari prosesor, selektor akan memberi sinyal pada POT

modul yang akan diakses oleh prosesor.

Sedangkan sinyal-sinyal yang bersifat umum untuk semua POT modul disalurkan melalui *bus isolator*. Setiap POT modul mempunyai *bus isolator* tersendiri. Dengan demikian apabila salah satu POT modul mengalami gangguan, maka gangguan tersebut hanya akan merambat sampai isolator dan tidak mengganggu kerja POT modul lainnya.

5. Indikator

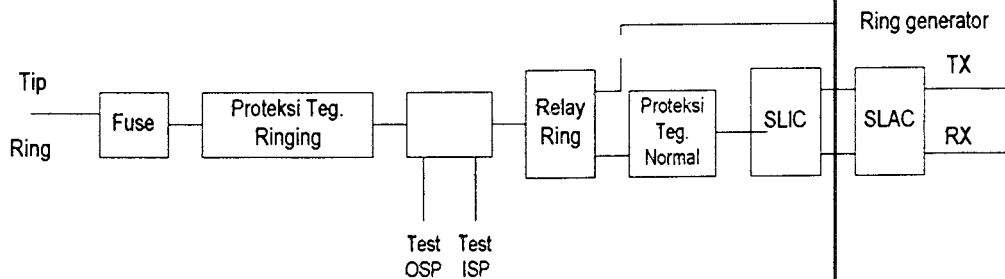
Indikator dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Bagian catu daya: menampilkan keadaan catu daya pada *line card*.
2. Indikator *off hook*: menunjukkan pelanggan yang sedang mengangkat telepon.
3. Indikator status pengawas:
 - ↳ *Watch dog* (W/D), untuk menunjukkan status prosesor.
 - ↳ SysClk dan FS, menunjukkan clock dan frame clock PCM 2 MHz
 - ↳ Ring Gen, menunjukkan keadaan *ring generator* pada *line card* tersebut.

3. 2. 6. 2. POT MODUL

Dilihat dari gambar 3-11 maka dapat disimpulkan bahwa POT modul yang menjalankan fungsi-fungsi BORSCHT pada *line card*. Fungsi-fungsi BORSCHT yang dilakukan POT modul STK-1000 yaitu:

- ❑ **Battery feed**, *current feed* dapat dijaga oleh SLIC yang mempunyai sistem anti saturasi. Untuk perubahan tahanan yang besar, arus tetap konstan sehingga bila terjadi hubungan pendek pada saluran atau pesawat pelanggan tidak terjadi lonjakan arus.



GAMBAR 3-11⁷⁷⁾
DIAGRAM BLOK POT MODUL

❑ **Proteksi Tegangan**, ada dua macam proteksi:

- Proteksi tegangan normal, terjadi saat terdapat hubungan komunikasi. Tegangan dibatasi antara 0-60 Volt
- Proteksi tegangan ringing, terjadi saat ringging pada pesawat pelanggan. Tegangan pada kawat *tip* dan kawat *ring* dibatasi antara +300 s/d -300.

❑ **Ringing**, sumber *ringing* berasal dari *ring generator* pada *line card*. SLIC dikontrol melalui SLAC oleh CPU untuk mengaktifkan ring relay agar *tip* dan *ring* SLIC open circuit, kawat *tip* pelanggan terhubung dengan ground dan kawat *ring* pelanggan terhubung dengan *ring generator*.

❑ **Supervisi**, SLIC mendeteksi on/off hook pesawat pelanggan dengan membaca perubahan impedansi.

❑ **Kontrol**, SLIC dan SLAC dikontrol oleh prosesor. Beberapa keadaan SLIC yang dapat dikontrol adalah:

- *open circuit*
- *ringing*
- mengaktifkan SLIC
- mengaktifkan relay *ring* atau relay *inside plant/outside plant* (ISP/OSP).

Sedangkan pengontrolan SLAC antara lain:

⁷⁷⁾ Ibid, hal. 5.

- ↳ pemilihan time slot
- ↳ pemilihan A-law/ μ -law
- ↳ pengaturan gain Tx/Rx.

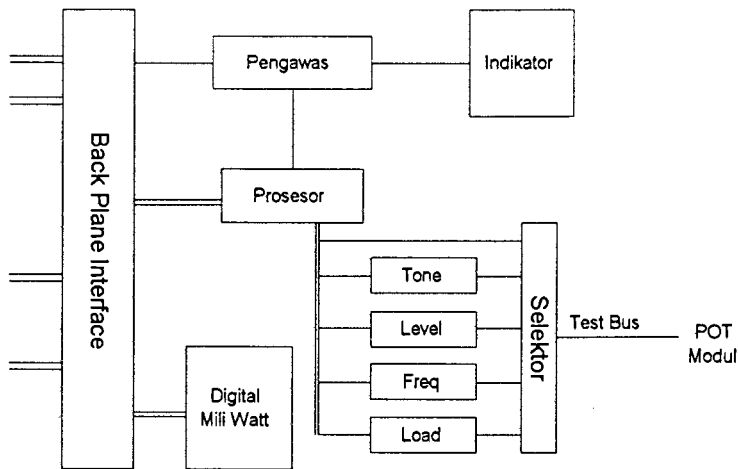
- **Hybrid**, hybrid dua kawat-empat kawat dilakukan secara analog pada SLIC dan secara digital pada SLAC.
- **Testing**, terdapat sarana pengetesan pada relay ISP dan OSP. ISP untuk pengetesan ke bagian POT modul, sedangkan OSP untuk pengetesan ke bagian pelanggan.

3. 2. 7. BUILT IN TEST (BIT) CARD

BIT *card* berfungsi untuk menguji kinerja dari *line card* dan DTMF *card* . Pengujian tersebut dilakukan terhadap *ring generator*, *dial tone*, DTMF *receiver* dan POT modul.

BIT *card* bekerja berdasarkan perintah dari CPU. BIT *card* akan mengartikan dan kemudian melaksanakan pengukuran sesuai perintah yang diterima. Pada prinsipnya BIT *card* mengukur level dan frekwensi, kemudian selanjutnya membandingkan hasil pengukuran tersebut dengan harga yang telah ditentukan. Setelah pengukuran dilakukan, BIT *card* akan mengirim laporan ke CPU. Laporan ini berbentuk 'baik' atau 'gagal'. Hasil pengukuran dianggap baik apabila berada dalam batas toleransi dan dianggap gagal apabila di luar batas toleransi.

Secara garis besar diagram blok BIT *card* STK-1000 adalah seperti terlihat pada gambar 3-12. Pada bagian *back plane interface* dan pengawas mempunyai fungsi yang sama seperti pada sub sistem yang lain, sedangkan untuk bagian lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut:



GAMBAR 3-12⁷⁶⁾
 DIAGRAM BLOK BIT CARD STK-1000

1. Prosesor

Tugas utama prosesor adalah membaca hasil pengukuran dan melaporkan kepada CPU melalui GL.

Selain itu prosesor juga bertugas mengendalikan bagian-bagian lain dari BIT card kecuali bagian pengawas. Setiap kali suatu pengukuran akan dilakukan, maka prosesor akan menghubungkan *test bus* ke alat pengukur yang sesuai dan mengkoordinasi pengukuran.

2. Selektor

Selektor digunakan untuk menyambungkan *test bus* ke alat ukur yang sesuai. Selektor ini mendapat perintah dari prosesor.

3. Tone

Bagian ini adalah *tone generator* yang tugasnya membangkitkan sinyal sinus dan sinyal DTMF yang diperlukan dalam pengukuran.

⁷⁶⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Built In Test Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 1.

4. Level

Bertugas mengukur level sinyal DC dan AC

5. Frekwensi

Bagian ini melakukan pengukuran frekwensi sinyal AC yang diterima BIT *card*.

6. Load

Bagian *load* bertugas mensimulasi *loop resistance*, untuk mengukur ketepatan pendeteksian keadaan *on hook* dan *off hook*

7. Digital Mili Watt

Membangkitkan sinyal digital 1000 Hz 1mW sesuai rekomendasi CCITT G.711 (tabel 5) yang diperlukan untuk mengukur ketepatan proses konversi digital ke analog pada POT modul.

8. Indikator

Indikator dibagi menjadi dua kelompok:

- Indikator catu daya, untuk menunjukkan keadaan catu daya.
- Indikator unjuk kerja, terdiri dari:
 - ✧ Sync, menunjukkan bahwa BIT *card* telah menerima sinyal *digitla highway* dengan baik.
 - ✧ *Watch dog*, menunjukkan bahwa prosesor bekerja dengan baik.
 - ✧ Test indikator, menunjukkan bahwa pengukuran sedang berlangsung

3. 2. 8. ALARM CARD

Pada dasarnya *alarm card* adalah perangkat yang bertugas membaca adanya gangguan baik pada sistem sentral maupun catu daya dan menampilkannya dalam bentuk

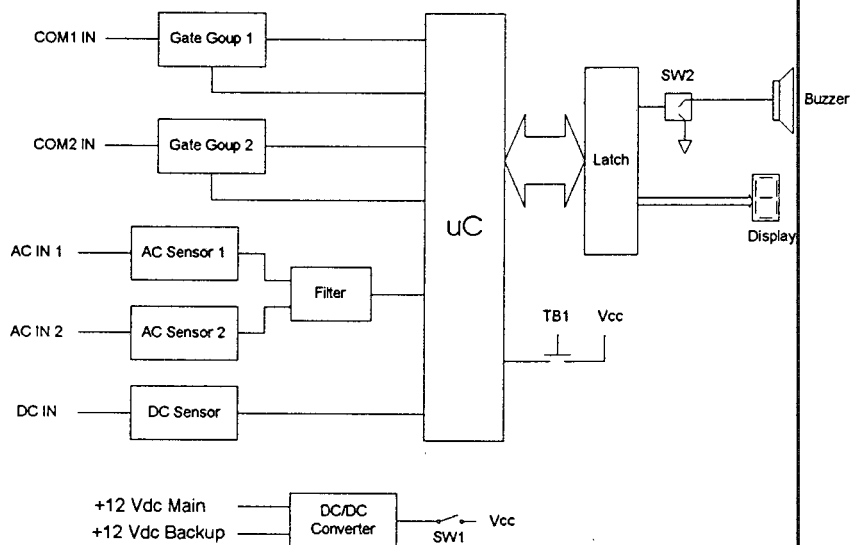
kode pada display *seven-segment*.

Seperti terlihat pada gambar 3-13, *alarm card* mempunyai lima input yaitu:

- Sensor tegangan input AC 1
- Sensor tegangan input AC 2
- Sensor tegangan Vbat sentral
- Sensor COM1 AMT
- Sensor COM2 AMT

1. Mikrokontroler (μC)

Mikrokontroler merupakan pengontrol utama untuk *alarm card*. Semua sinyal yang diterima melalui port-portnya diproses untuk menentukan tindakan apa yang akan dilakukan, misalnya menampilkan kode pada *seven-segment* dan membunyikan *buzzer*.



GAMBAR 3-13⁷⁷⁾
DIAGRAM BLOK ALARM CARD STK-1000

⁷⁷⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Alarm Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993 hal. 1.

2. Gate Group 1 dan 2

Gate group 1 dan 2 merupakan gerbang-gerbang logika yang digunakan μC untuk mencari COM (jalur komunikasi serial) mana yang sedang aktif, di mana pesan-pesan dari CPU yang antara lain adalah pesan alarm (*alarm message*) akan dilakukan.

3. AC Sensor 1 dan 2

AC sensor 1 dan 2 adalah rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi kondisi tegangan input AC pada *rectifier* 1 dan 2.

4. DC Sensor

DC sensor digunakan untuk sensor tegangan DC (acuan sentral).

5. DC/DC Converter

DC/DC *converter* adalah rangkaian catu daya untuk *alarm card*. Rangkaian ini akan mengubah tegangan input +12 Vdc menjadi +5 Vdc yang diperlukan untuk mencatu komponen-komponen aktif yang memerlukannya, misalnya mikrokontroler dan gerbang-gerbang logika.

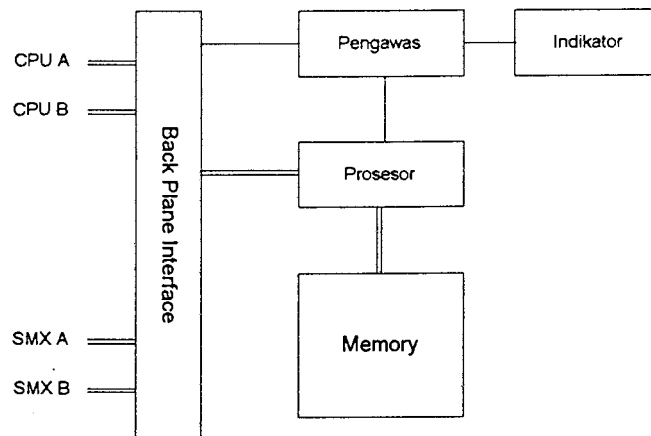
6. LATC

Merupakan komponen yang berfungsi untuk menambah daya output μC agar dapat men-drive transistor switch untuk *buzzer* dan display *seven-segment*.

3. 2. 9. ANNOUNCEMENT CARD

Announcement card bertugas mengirimkan rekaman pesan-pesan kepada pelanggan pada STK-1000.

Blok diagram dari *announcement card* dapat dilihat pada gambar 3-14.



GAMBAR 3-14⁷⁸⁾
 DIAGRAM BLOK ANNOUNCEMENT CARD STK-1000

Untuk *back plane interface* dan pengawas mempunyai fungsi dan tugas yang sama seperti pada card-card lainnya sedangkan untuk yang lain adalah sebagai berikut:

1. Prosesor

Tugas utama prosesor adalah menyalurkan data dari memori ke SMX. Prosesor membaca data dari memori dan menuliskannya kembali ke *back plane interface*. Selanjutnya *back plane interface* menyalurkan data tersebut ke SMX melalui DHWY. Selain itu prosesor juga bertugas melaporkan keadaan *announcement card* ke CPU.

2. Indikator

Terdapat tiga buah indikator, yaitu:

- ✧ Indikator catu daya, menampilkan keadaan catu daya +5 V pada *announcement card*.
- ✧ Indikator Sync, menunjukkan keadaan sinkronisasi *announcement card* terhadap DHWY.

⁷⁸⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *Announcement Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 1.

↳ Indikator status pengawas, menunjukkan unjuk kerja prosesor.

4. Memori

Terdapat 16 IC memori masing-masing dua buah untuk setiap pesan *announcement*.

Pesan yang tersimpan dalam memori sebagian berada pada IC UE0x dan sebagian lainnya berada pada IC UE1x (x menunjukkan nomor pesan).

Apabila perlu untuk mengubah pesan maka memori ini harus diganti.

3. 2. 10. DIGITAL SWITCHING MODULE

Pada *Digital Switching Module* terdiri dari dua bagian yaitu:

- ☐ *Main Processor Unit* (MPU)
- ☐ *Switch Matrix* (SMX)

MPU terdiri dari CPU dan *intelligent serial input output* (ISIO). CPU dihubungkan dengan ISIO dan SMX melalui VME *bus*.

Seperti terlihat pada gambar 3-1, GL dihubungkan dengan ISIO sedangkan DHWY terhubung dengan SMX. ISIO berkemampuan menangani delapan buah GL sekaligus, sedangkan SMX mampu menangani enam belas buah DHWY.

3. 2. 10. 1. CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU) CARD

CPU mempunyai fungsi-fungsi sebagai berikut:

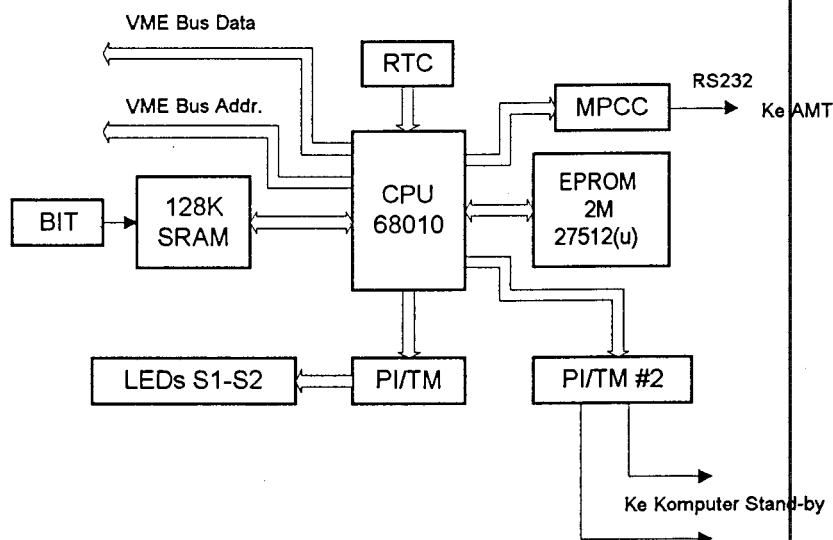
1. Mengenali seluruh card yang ada
2. Menyelenggarakan hubungan antar card.
3. Menyimpan atribut pelanggan

4. Mengetahui status setiap unit pelanggan (*idle, busy, stuck off hook* dan lain-lain).
5. Berkomunikasi dengan CPU standby
6. Berkomunikasi dengan AMT.

Diagram blok dari CPU *card* dapat dilihat pada gambar 3-15.

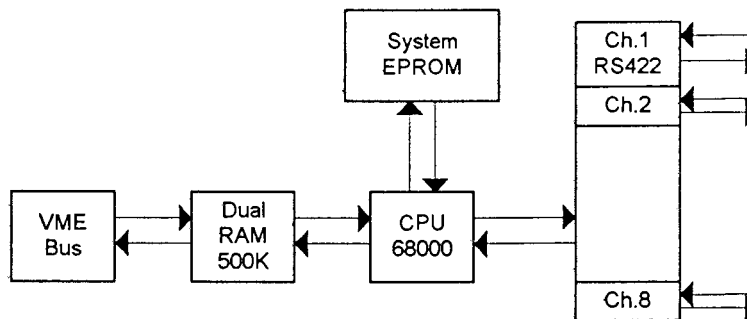
Software sistem sentral STK-1000 disimpan dalam EPROM, SRAM digunakan untuk menyimpan data pelanggan. SRAM dilengkapi dengan baterai *backup* untuk memelihara data pada saat catu daya tidak terpasang.

Untuk mengakses data/memori yang ada pada ISIO dan *switch matrix* digunakan jalur VME bus.



GAMBAR 3-15⁷⁹⁾
DIAGRAM BLOK CPU CARD

⁷⁹⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *CPU Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993



GAMBAR 3-16⁸⁰⁾
DIAGRAM BLOK ISIO CARD

3. 2. 10. 2. INTELLIGENT SERIAL INPUT OUTPUT (ISIO) CARD

Fungsi ISIO card adalah membantu CPU dalam menangani *commands* yang harus dikirim ke card-card dan menerima *replay* yang dikirim oleh card untuk seleksi dan diserahkan ke CPU.

Pada ISIO card mempunyai *dual ported* RAM yang dapat diakses oleh ISIO *card* maupun oleh CPU-4VC melalui VME bus. RAM ini tidak memiliki batere back sehingga bila catu daya tidak terpasang, maka tidak ada daya yang dapat disimpan.

EPROM dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- System EPROM, menyimpan operating system
- User EPROM, menyimpan software STK-1000.

3. 2. 10. 3. SWITCH MATRIX (SMX) CARD

Berbeda dengan modul generik STK-1000, SMX *card* tidak terhubung dengan GL. SMX membangkitkan *system clock* yang diperlukan oleh sistem secara

⁸⁰⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *ISIO Card STK-1000*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 1.

keseluruhan. Pembangkitan *system clock* dapat dioperasikan dalam mode *plesiochronous* atau *synchronous*

3. 2. 10. 3. 1. PRINSIP KERJA SMX

Penyambungan dilakukan oleh *switch matrix* berdasarkan atas data-data yang diterima dari CPU.

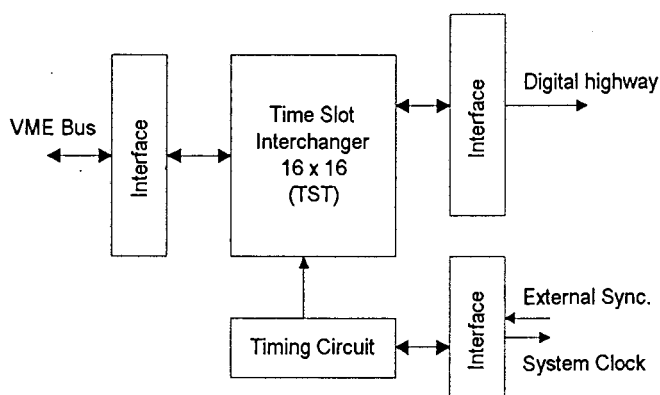
Dilihat dari sisi CPU, *switch matrix* dianggap sebagai memori yang disebut *connection memory*. Besarnya *connection memory* menentukan besarnya kapasitas *switch matrix*. Data yang ditulis oleh CPU pada *connection memory* menunjukkan alamat dari masukan *switch matrix*. Sedangkan alamat dari *connection memory* menunjukkan keluaran dari *switch matrix*.

Sebagai contoh, gambar 3-17 adalah gambar sederhana mengenai prinsip kerja *switch matrix* untuk proses penyambungan. Seperti yang terlihat pada gambar, alamat *connection memory* berbentuk XX-YY di mana XX adalah nomor *digital highway* (DHSMout) dan YY adalah nomor time slot. Dengan demikian alamat 00-01 adalah alamat dari time slot 01 pada *digital highway* 00. Jika alamat 00-00 diberi data 01-00 oleh CPU, maka oleh *switch matrix* data yang ada pada *digital highway* (DHSMIn) 01 time slot 00 akan diteruskan ke DHSMout 00 time slot 00. Demikian juga sebaliknya, DHSMIn 00-00 akan diteruskan ke DHSMout 01-00. Dengan demikian terjadi dua buah jalur percakapan antara *digital highway* 00-00 dengan *digital highway* 01-00.

Dengan prinsip seperti di atas, setiap time slot pada setiap DHSMIn dapat diteruskan ke setiap time slot pada setiap DHSMout. Hal ini merupakan fungsi utama *time slot interchanger* (TSI).

Connection Memory	
Alamat	
00-00	01-00
00-01	01-31
00-31	02-02
01-00	00-00
01-01	10-30
01-31	00-01
(DHSMout)	(DHSMIn)

GAMBAR 3-17⁸¹⁾
CONTOH CONNECTION MEMORY



GAMBAR 3-18⁸²⁾
BAGAN SWITCH MATRIX STK-1000

Bagan *switch matrix* STK-1000 dapat dilihat pada gambar 3-18. Suara atau data disambungkan masuk melalui jalur *digital highway* (DHSMIn) dan keluar melalui DHSMout.

System clock interface berfungsi untuk mendistribusikan *system clock* yang dihasilkan oleh *timing circuit* ke semua sub sistem STK-1000 yang memerlukannya. Pada mode *synchronous*, *timing generator* akan menghasilkan *system clock* yang sinkron

⁸¹⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *STK-1000, Switch Matrix Card*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993, hal. 1.

⁸²⁾ Ibid, hal. 2.

dengan sinyal *external Sync*. Apabila *timing circuit* mendeteksi adanya *external Sync* dan kondisi sinyal tersebut stabil, maka secara otomatis *timing circuit* berubah pada mode *synchronous* di mana *system clock* dihasilkan berdasarkan atau sinkron dengan sinyal *external Sync*

Kapasitas TSI yang digunakan adalah 16x16 yang berarti terdapat 16 DHSMIn dan 16 DHSMOut.

3. 2. 11. ADMINISTRATION AND MAINTENANCE TERMINAL

AMT digunakan sebagai pembantu operator untuk mempermudah interaksi petugas dengan sentral. AMT juga digunakan untuk menyimpan data-data *billing* serta data-data pemeliharaan dan perencanaan, misalnya sistem penomoran, status/atribut pelanggan dan penentuan konfigurasi sistem.

3. 2. 11. 1. PRINSIP KERJA DAN SPESIFIKASI AMT

Komputer AMT terhubung melalui RS-232 ke dua buah komputer utama sentral dengan kecepatan 9600 Bps, 8 data bit, 1 stop bit. Komputer utama hanya akan mengirimkan data ke AMT berdasarkan permintaan dan perintah dari AMT.

AMT secara terus menerus akan meminta informasi dari komputer utama mengenai kondisi dan situasi sentral. Walaupun demikian, fungsi sentral secara keseluruhan akan dilakukan oleh komputer utama tanpa bantuan dari AMT.

Data-data yang disimpan AMT meliputi data *billing* dan statistik, untuk ini komputer utama juga mampu menyimpan satu juta *billing records*.

Spesifikasi dari komputer AMT adalah sebagai berikut:

- ☐ Jenis komputer: IBM 80286 atau setara

- ☐ Kecepatan: minimal 16 MHz
- ☐ Kapasitas penyimpanan: 40 MByte
- ☐ Antar muka: 1 paralel port
2 serial port
- ☐ Isolator card: 2 channels opto-isolator

Sedangkan untuk antar muka komputer AMT dan sentral adalah:

- ↳ Kecepatan: 9600 bps, asinkron
- ↳ Format data: 8 data bit
1 stop bit
tanpa bit pariti.

3. 3. SISTEM ADMINISTRASI TRAFIK STK-1000

Untuk mengamati *call event distribution* digunakan beberapa counter yang disusun seperti pada gambar 3-19. Dari gambar 3-19 tersebut terlihat bahwa setiap event dari tiap panggilan dapat dicatat oleh sentral dan disimpan pada memori. Sistem penomoran counter pada diagram tersebut dapat dijelaskan seperti berikut:

$$n(.R)$$

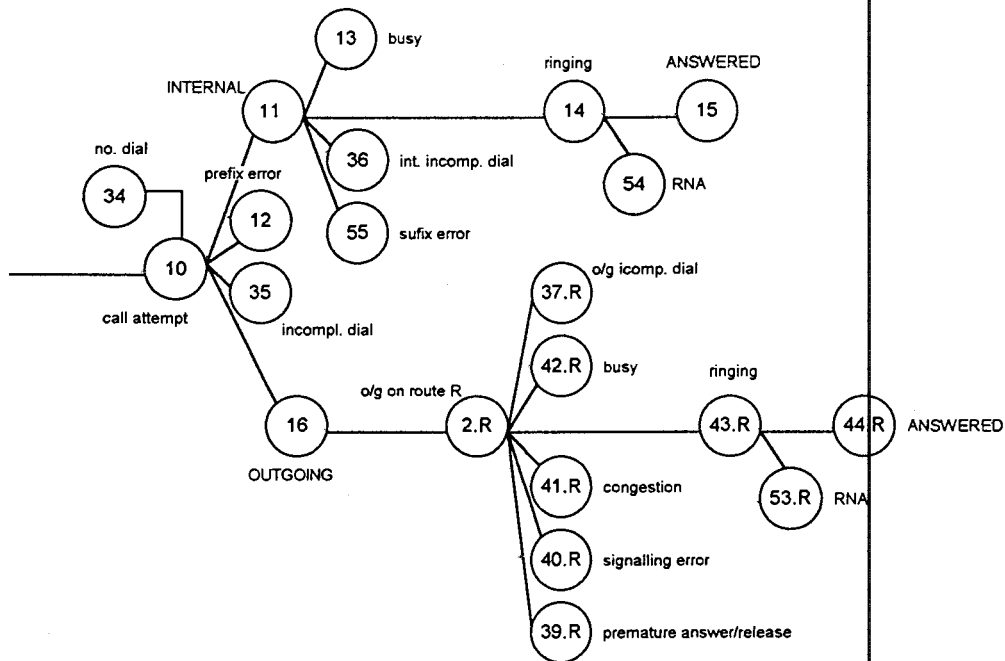
di mana:

n = nomor counter

R = nomor rute

Untuk memantau atau melihat data-data trafik untuk selang waktu tertentu dapat dilakukan dengan mengoperasikan komputer AMT. Setelah diproses, data trafik pada selang waktu tersebut disimpan pada file-file yang disebut:

- TRAF1.DAT, berisi angka-angka hasil pengukuran dan data statistik keseluruhan
- TRAF2.DAT, berisi data pengukuran GOS
- TRAF3.DAT, berisi data pengukuran trunk



GAMBAR 3-19⁸³⁾
 SISTEM ADMINISTRASI TRAFIK
 UNTUK CALL EVENT DISTRIBUTION

Untuk lebih jelasnya, contoh dari isi file-file tersebut dapat dilihat pada lampiran 3.1.

Pengambilan data trafik pada STK-1000 dapat diperoleh dari hasil *print-out* data Trafik 1,2 dan 3, kemudian data trafik tersebut diisikan pada kolom-kolom Tabel Parameter Network Sentral STK-1000 [NWP-01] dan [NWP-02] seperti terlihat pada lampiran 3.2.

3. 4. PROSES PENYAMBUNGAN PADA STK-1000

Untuk menjelaskan proses penyambungan pada STK-1000, maka diasumsikan bahwa A adalah pelanggan pemanggil (*calling party*) dan B adalah pelanggan yang dipanggil (*called party*). Dengan asumsi tersebut, maka proses penyambungan dapat dijelaskan pada sub bab berikut.

⁸³⁾ —, *Prosedur Praktek STK-1000*, P.T. TELKOM, Bandung

3. 4. 1. PANGGILAN INTERNAL (INTERNAL CALL)

Ketika A mengangkat hand set prosesor line card A melapor ke CPU yang kemudian mengalokasikan time slot untuk A dan memerintahkan SWMX untuk menyambung A dengan sumber nada pilih pada time slot DH untuk DTMF, sehingga A mendapat nada pilih.

Bila A mengirim digit berupa pulsa, maka digit-digit yang dikirim pesawat A diterima dan dilaporkan ke CPU oleh prosesor line card dalam kode biner. Sedangkan bila digit-digit yang dikirim pesawat A adalah berupa tone (DTMF), maka digit-digit tersebut diterima dan dilaporkan ke CPU oleh prosesor DTMF card dalam kode biner.

Berdasarkan informasi digit yang diterima dari *line card* maka CPU memeriksa kondisi B apakah bebas melalui *line card* tempat B terpasang. Bila B bebas maka CPU memerintahkan *line card* tersebut untuk mengirimkan tegangan bel (*ringing voltage*) ke B dari pembangkit yang ada sehingga pesawat B berbunyi. Bersamaan dengan hal tersebut, A dikirim nada tunggu (*ring back tone*) dari DTMF card.

Bila B mengangkat *handset* maka CPU memerintahkan SWMX untuk menyambungkan jalur pembicaraan A dengan B dan pencatatan *charging* dimulai.

Jika salah satu dari A atau B *on-hook* maka CPU akan membubarkan panggilan dan menghentikan *charging*. Apabila dalam langkah-langkah di atas terjadi kegagalan maka dikirim nada sibuk (*busy tone*), penyebab kegagalan yang mungkin terjadi adalah:

- digit yang dipilih A salah
- B tidak mendapatkan time slot bebas
- B sedang sibuk

3. 4. 2. PANGGILAN KELUAR (OUTGOING CALL)

Panggilan keluar di sini adalah panggilan dari A yang merupakan pelanggan STK-1000 ke B yang berada pada sentral lain, baik MEA maupun toll.

Proses dari ketika A mengangkat *handset* hingga A memilih digit-digit (*men-dial*) sama seperti pada panggilan internal. Kemudian berdasarkan digit-digit tersebut, CPU melakukan ruting trunk dengan jalan memilih salah satu kanal *idle* dari kelompok kanal pada rute yang telah ditentukan untuk jurusan yang sesuai, misalnya untuk MEA atau toll.

Bila kanal yang diinginkan ditemukan, CPU memerintahkan DHX untuk melakukan *line signalling* dan diteruskan MF untuk register signalling, guna mengirimkan digit ke sentral tujuan/transit. Jika tidak terjadi kegagalan pada proses signalling dan B bebas maka CPU akan memerintahkan SWMX untuk menyambungkan A dengan kanal trunk yang digunakan, hingga jalur pembicaraan tersambung dari A ke sentral tujuan.

Ketika B *off-hook*, hal ini dapat dideteksi dari *answer signal* yang diterima dari sentral tujuan yang berupa pulsa sepanjang 150 mdetik. Dengan diterimanya signal tersebut, maka A dan B bicara dan CPU mulai menjalankan *charging*.

Bila salah satu dari A atau B *on-hook* maka CPU akan membubarkan panggilan dan menghentikan *charging*. Indikasi bahwa B *on-hook* adalah diterimanya sinyal *clear back* dari sentral tujuan yang berupa pulsa 600 mdetik.

3. 4. 3. PANGGILAN MASUK (INCOMING CALL)

Panggilan masuk diawali dengan datangnya sinyal pendudukan (*seizure*) dari sentral pemanggil (*originating exchange*) yang berupa pulsa 150 mdetik. Adanya pendudukan tersebut akan dilaporkan oleh DHX *card* ke CPU. Selanjutnya CPU memerintahkan MF untuk menyiapkan *register signalling*.

Penerimaan digit dari sentral pemanggil dilakukan dengan mekanisme *signalling* SMFC R2. Setelah digit yang diterima lengkap, maka CPU akan memeriksa apakah pelanggan bebas. Bila bebas maka CPU akan memerintahkan *line card* B untuk mengirimkan *ringing voltage* ke B dan *ring back tone* ke A.

Bila B *off-hook* maka CPU memerintahkan SWMX untuk menyambungkan kanal incoming dari A dengan B, selanjutnya A dan B bicara. Kemudian, setelah salah satu dari A atau B *on-hook* maka CPU akan membubarkan hubungan, dengan melibatkan SWMX dan DHX.

3. 5. APLIKASI DAN KAPASITAS SISTEM STK-1000

Aplikasi sistem yang ditawarkan oleh STK-1000 adalah :

- ☐ Sentral Lokal
- ☐ Sentral Tandem
- ☐ Sentral Transit
- ☐ Sentral Kombinasi

Di samping aplikasi yang ditawarkan di atas, STK-1000 juga menawarkan beberapa fasilitas atau *features*.

Karakteristik transmisi STK-1000 adalah sebagai berikut:

1. Distorsi non linier : $\pm 0,5$ dB (-40 s/d -3 dBmo) pada 700-1100 Hz
2. Distorsi kerugian frekwensi (ref. 800 Hz)
 - 4 kawat : menurut CCITT Rec. G.712
 - 2 kawat : menurut CCITT Rec. G.713
3. Crosstalk:
 - antara sirkit : < -65 dBmo (700-1100 Hz)
 - satu sirkit (4 kawat) : > 65 dB (300-3400 Hz)

4. Noise:

- *weighted noise* : <-65 dBmo
- *single frequency noise* : <-50 dBmo

5. Error rate transmisi : <10⁻⁹ untuk jalur tunggal (*single path*)6. *Round trip delay* :

- Digital-digital : <500 µdetik (average), <625 µdetik (maksimum)
- Digital-analog : <700 µdetik (average), <750 µdetik (maksimum)
- Analog-analog : <900 µdetik (average), <950 µdetik (maksimum)

3. 5. 1. RASIO KONEKSI INTERNAL

Dalam sistem STK-1000, pemakai dimungkinkan untuk mengubah rasio konsentrasi hubungan pada tiap-tiap modul atau bagian (*shelf*) sesuai dengan kebutuhan. Hubungan antara besar konsentrasi dengan jumlah jalur PCM 2 Mbit/detik yang dibutuhkan adalah seperti terlihat pada tabel 3-3.

3. 5. 2. KAPASITAS SISTEM STK-1000

Menurut perhitungan yang telah dilakukan pada tahap perancangan, secara keseluruhan STK-1000 dapat memuat sambungan telepon sebanyak 3000 sst tanpa penambahan *main computer*. Akan tetapi sejauh ini baru diinstalasi STK-1000 dengan jumlah sambungan sebanyak 1000 sst, dengan lokasi di STO Pandaan, Witel VII Surabaya.

TABEL 3-3⁸⁴⁾
RASIO KONEKSI INTERNAL

	Konsentrasi	Jumlah 2Mbit/det. Internal	
Lines	8 : 1	• 1 per line shelf	
	4 : 1	• 2 per line shelf	
	2 : 1	• 4 per line shelf	
	1 : 1	• 4 per 1/2 line shelf	
Trunk Digital	2 : 1	• 2 per 4xE1/T1 trunk card	
	1 : 1	• 4 per 4xE1/T1 trunk card	
Trunk Analog	2 : 1	• 2 per 16 card (64 trunk)	
	1 : 1	• 4 per 16 card (64 trunk)	
DTMF Register	1 : 1	• 1 per 4 card (32 register)	
MF Register	1 : 1	• 1 per 8 card (32 register)	

3. 5. 2. 1. ORIGINATING TRAFFIC PER LINE UNIT

Originating traffic tiap pelanggan untuk daerah pedesaan yang disyaratkan oleh PT. TELKOM adalah sebesar 60 mErl. Sedangkan untuk STK-1000, beban trafik yang ditangani tiap *line unit* (LU) adalah dapat dihitung sebagai berikut:

- ☐ Trafik per LU maksimum yang dapat ditangani:

dengan 1 DH (32 time slot), untuk 4 card (64 pelanggan), maka:

$$[\text{Trafik per LU}]_{\text{maks}} = \frac{32}{64} = 1/2 = 500 \text{ mErl} \quad (3.1)$$

- ☐ Dengan memperkecil konsentrasi, shorting 2 region, di mana 1 region = 4 card, sehingga 1 DH untuk 8 card (128 pelanggan), maka:

⁸⁴⁾ Pusrenbangti P.T. TELKOM, *STK-1000*, Foil Set, P.T. TELKOM, Bandung, 1993

$$\text{Trafik per LU} = \frac{32}{128} = 1/4 = 250 \text{ mErl} \quad (3.2)$$

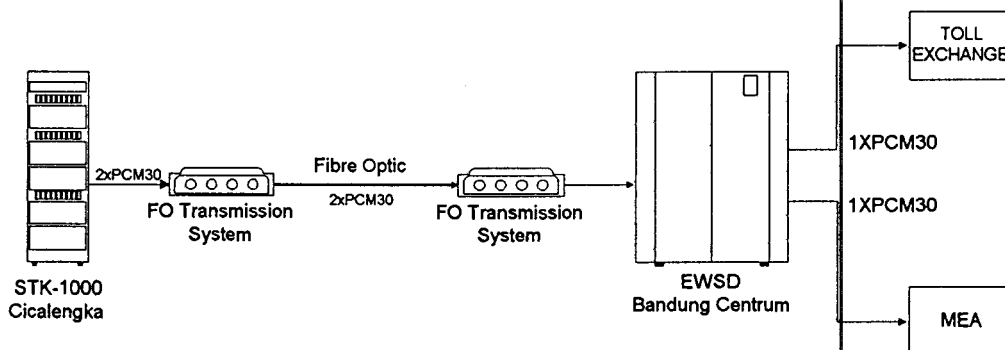
- Dengan memperkecil lagi konsentrasi, shorting 4 region, diperoleh 1 DH untuk 16 card (256 pelanggan), maka:

$$\text{Trafik per LU} = \frac{32}{256} = 1/8 = 125 \text{ mErl} \quad (3.3)$$

Sehingga dari perhitungan di atas, maka beban trafik tiap LU yang ditangani STK-1000 di STO Pandaan, dengan konsentrasi 1 : 4 adalah 125 m Erl.

3. 5. 3. IMPLEMENTASI STK-1000

Hingga saat ini STK-1000 telah di implementasikan pada jaringan telepon yang telah ada sebagai sentral lokal. Salah satu bagan untuk contoh implementasi tersebut, yaitu berlokasi di Cicalengka, Witel V Bandung dengan kapasitas 500 sst. Bagan tersebut dapat dilihat pada gambar 3-22.



GAMBAR 3-22⁸⁵⁾
CONTOH IMPLEMENTASI STK-1000

⁸⁵⁾ Ibid

STK-1000 Pandaan terhubung menuju sentral NEAX 61E yang terdapat dalam MEA Pasuruan (PS) melalui sebuah sistem *digital radio link* 3 x PCM 30. Sentral PS NEAX 61E juga melayani lokal Pandaan, lokal Gempol dan lokal Beji yang masing-masing merupakan sentral remote.

Dari gambar implemetasi di atas, terlihat bahwa STK-1000 diaplikasikan sebagai sentral lokal. Untuk konfigurasi sistem dan rute yang diterapkan pada STK-1000 tercantum dalam lampiran 5.1 dan penjelasan mengenai konfigurasi rute tersebut terdapat pada bab berikutnya.

BAB IV

PENGUKURAN, ANALISA PARAMETER DAN PENDIMENSIONIAN TRUNK STK-1000 DI STO PANDAAN

4. 1. UMUM

Dari bab yang terdahulu telah dibahas mengenai sistem STK-1000 serta implementasinya, salah satunya adalah implemetasi pada jaringan MEA Pasuruan dengan lokasi STO Pandaan. Dalam bab ini akan dibahas tentang hasil operasi STK-1000 STO Pandaan, untuk itu dilakukan pengukuran parameter pada sentral tersebut, kemudian hasil pengukuran tersebut diolah. Pengukuran, pengolahan dan analisa data dilakukan dengan metode yang telah ditetapkan oleh P.T. TELKOM.

Dengan berdasarkan data dan hasil olahan data tersebut, maka dapat diketahui hasil-hasil operasi sentral tersebut di STO Pandaan. Untuk mengetahui hal tersebut, maka dalam bab ini akan disajikan analisa parameter jaringan dari sentral STK-1000 tersebut. Kemudian dilakukan penghitungan untuk pendimensionian trunk pada sentral STK-1000 tersebut.

4. 2. KONFIGURASI RUTE TRUNK STK-1000 STO PANDAAN

Telah dijelaskan pada bab terdahulu bahwa STK-1000 yang terpasang di STO Pandaan diaplikasikan sebagai sentral lokal.

Konfigurasi rute untuk trunk incoming dan outgoing yang digunakan pada sentral tersebut dapat dilihat pada lampiran 5.1. Dari lampiran tersebut dapat dijelaskan bahwa sebuah *card* trunk terpasang dengan 4 sistem yaitu sistem A, B, C dan D, tiap sistem memuat 30 kanal pembicaraan (sebuah PCM 30). Nomor yang tercatum pada '*Channel Assignment*' menunjukkan nomor rute yang melalui kanal tersebut. Nomor '0' menandakan bahwa kanal tersebut kosong atau tidak terpakai. Untuk lebih jelasnya, dari data lampiran tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

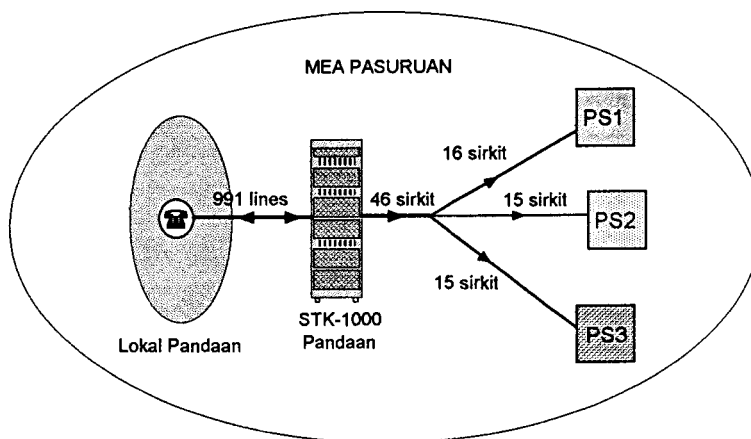
- ❑ Sistem A: seluruh saluran (30 kanal) kosong atau tidak terhubung ke transmisi
- ❑ Sistem B: kanal 1-15 untuk rute 1
 kanal 16 untuk rute 4
 kanal 17-20 untuk rute 2
 kanal 21-30 untuk rute 3
- ❑ Sistem C: kanal 1-15 untuk rute 1
 kanal 16-20 untuk rute 2
 kanal 21-30 untuk rute 3
- ❑ Sistem D: kanal 1-15 untuk rute 1
 kanal 16-19 untuk rute 2
 kanal 20 untuk rute 6
 kanal 21-30 untuk rute 3.

Arah rute dan jumlahnya sesuai nomornya adalah sebagai berikut:

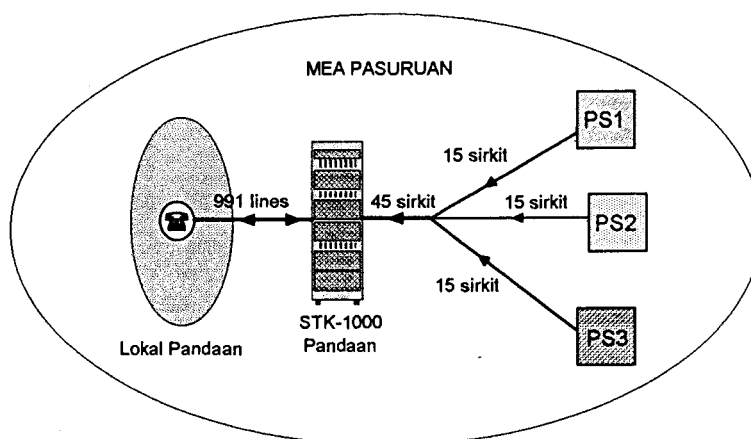
- ↳ Rute 1 digunakan sebagai rute incoming dari semua arah (PS1, PS2 dan PS3) = 45 sirkit
- ↳ Rute 2 digunakan sebagai trunk outgoing menuju MEA Pasuruan (PS1, PS2 dan PS3) = 14 sirkit
- ↳ Rute 3 digunakan sebagai trunk outgoing SLJJ melalui Pasuruan (PS1, PS2 dan PS3) = 30 sirkit

- ↳ Rute 4 digunakan sebagai trunk outgoing MEA/SLJJ (PS3) = 1 sirkit
- ↳ Rute 5 tidak dipakai
- ↳ Rute 6 digunakan sebagai rute outgoing *special service* menuju Pasuruan (PS1) = 1 sirkit.

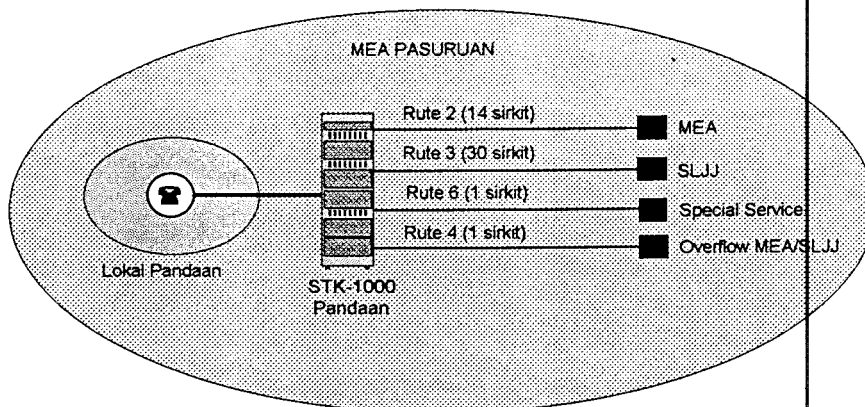
Dari uraian konfigurasi di atas secara sederhana konfigurasi trunk untuk outgoing maupun incoming dapat digambar dengan diagram blok seperti pada gambar 4-1 dan 4-2. Apabila konfigurasi digambar berdasarkan nomor rute dapat ditunjukkan seperti gambar 4-3.



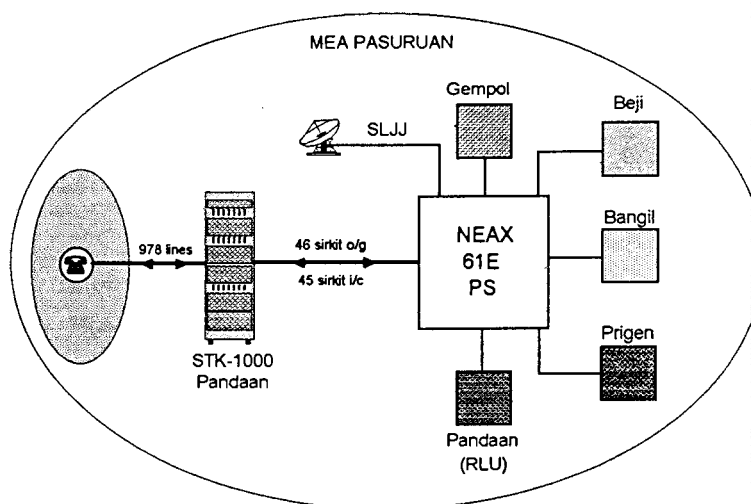
GAMBAR 4-1
KONFIGURASI RUTE TRUNK O/G STK-1000 PANDAAN



GAMBAR 4-2
KONFIGURASI RUTE TRUNK I/C STK-1000 PANDAAN



GAMBAR 4-3
KONFIGURASI RUTE TRUNK O/G MENURUT NOMOR RUTE



GAMBAR 4-4
JARINGAN MEA PASURUAN

PS1, PS2 dan PS3 hanya penamaan dalam sistem STK-1000, pada kenyataannya semua rute baik incoming maupun outgoing adalah terhubung dengan sentral NEAX 61E Pasuruan (PS) (lihat gambar 4-4). Kemudian NEAX 61E tersebut terhubung dengan:

- Sentral Pandaan (NEAX 61E RLU)
- Sentral Gempol (EWSD DLU)
- Sentral Bangil (NEAX 61E)

- Sentral Beji (EWSD DLU)
- Sentral Prigen (NEAX 61E)

4. 3. PENGUKURAN DAN PENGHITUNGAN PARAMETER STK-1000 PANDAAN

Pengukuran parameter *network* yang sesuai dengan rekomendasi CCITT, adalah seperti berikut:

☞ **Jika tidak terdapat alat otomatis:**

Diambil kurva trafik beberapa hari (10 hari), lalu diambil kurva rata-rata, kemudian ditentukan jam sibuk dan nilai trafiknya. Jumlah hari pengamatan dipilih pada musim sibuk

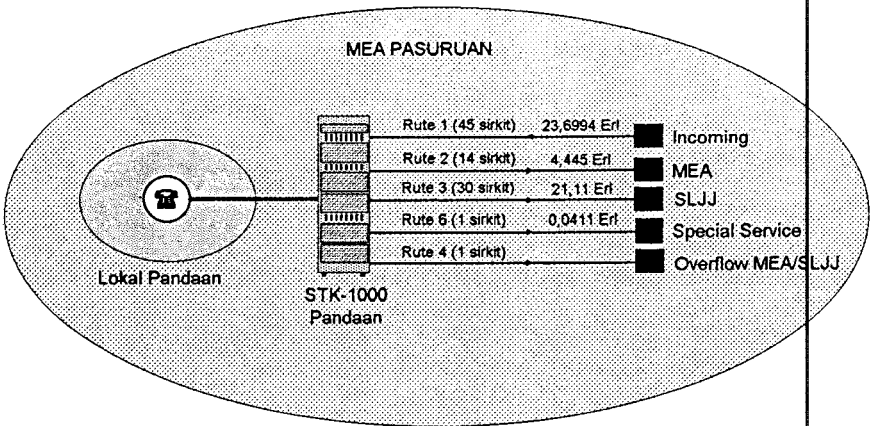
☞ **Jika terdapat alat otomatis:**

Pengukuran dilakukan tiap hari sepanjang tahun. Diambil 30 hari (dapat juga 10 hari atau 5 hari), tidak perlu berurutan yang mempunyai nilai trafik tertinggi.

P.T. TELKOM menetapkan waktu pengukuran parameter *network* pada jam sibuk yaitu antara jam 08.00-12.00, mulai hari Senin-Kamis minggu I atau paling lambat minggu II⁸⁶⁾. Diasumsikan bahwa satu jam sibuk untuk daerah Pandaan adalah jam 10.00-11.00 karena pada umumnya jam tersebut bertepatan dengan aktifitas kesibukan sehari-hari, oleh karena itu pengukuran parameter di STK-1000 Pandaan dilakukan antara jam 10.00-11.00 berturut-turut mulai tanggal 12 sampai dengan 16 September 1994.

Data hasil pengukuran selama lima hari tersebut kemudian diambil harga rata-ratanya (lampiran 5.2), dari hasil pengukuran tersebut maka dapat diketahui beban trafik/trafik terukur dari masing-masing rute atau arah dan trafik totalnya, sehingga jika digambarkan seperti terlihat pada gambar 4-5.

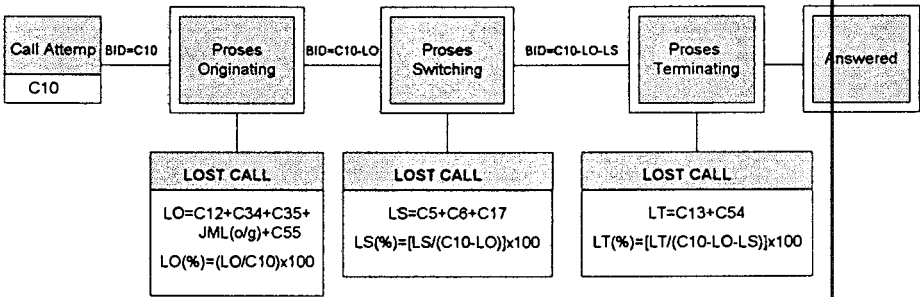
⁸⁶⁾ —, *op. cit.* hal. 43.



GAMBAR 4-5
TRAFIK TERUKUR PADA RUTE-RUTE O/G DAN I/C STK-1000 PANDAAN

4. 3. 1. PENGHITUNGAN DISTRIBUSI LOSS CALL

Penghitungan distribusi loss call dilakukan dengan berdasarkan data pada lampiran 5.2, kemudian dari data-data tersebut dimasukkan pada format kolom-kolom seperti terlihat pada tabel 4-1. Secara diagram blok, proses penghitungan *loss call* pada STK-1000 dapat dilihat pada gambar 4-5.



GAMBAR 4-5⁸⁷⁾
PROSES PENGHITUNGAN LOSS CALL STK-1000

⁸⁷⁾ P.T. Elektrindo Nusantara, *STK-1000, Operation and Maintenance*, P.T. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993

TABEL 4-1
RINCIAN DISTRIBUSI LOSS CALL STK-1000 STO PANDAAN

NO	RINCIAN DISTRIBUSI LOSS CALL				KETERANGAN
	No. Counter	Nama Counter	Call	%	
1	Loss di Originating				
1A	Originating: 10	Subscriber went off hook	2638.6	100	Call attempt
1B	LO: 12		59.6	2.258773592	
	34		945.8	35.84476616	
	35		85.4	3.236564845	
	36		93	3.524596377	
	37(R SLJJ)		57.6	2.182975821	
	37(RMEA)		12.4	0.469946184	
	37(R S.Serv.)		2	0.075797772	
	55		5.8	0.219813537	
	Jumlah LO:		1261.6	47.81323429	
2	Loss di Sentral				
2A	Bid Sentral:	Counter 10-LO	2632.8	100	
2B	LS: 5	No avail B time slot	0	0	
	8	No avail MF receiver	1.6	0.10940919	
	17	No avail B trunk	1.6	0.10940919	
	Jumlah LS:		3.2	0.218818381	
3	Loss di Terminating				
3A	Terminating:	Counter 10-LO-LS	2629.6	100	Bid. pada proses terminating
3B	LT: 13	B subscriber busy	58.8	4.029605263	
	54	Internal RNA	52.2	3.577302632	
	Jumlah LT:		111	7.606907895	

4. 3. 2. PENGHITUNGAN ASR DAN SCR

Pada prinsipnya penghitungan ASR dan SCR tiap-tiap sentral adalah sama, yang membedakan antara sentral satu dengan yang lain adalah pada penamaan counter yang berbeda-beda atau cara pembacaannya. SCR (%) internal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:⁸⁸⁾

⁸⁸⁾ Ibid

$$\text{SCR}(\%) \text{ internal} = [1-\text{LO}] \times [1-\text{LS}] \times [1-\text{LT}] \times 100 \% \quad (4.1)$$

di mana:

LO = loss di originating

LS = loss di sentral

LT = loss di terminating

Sedangkan untuk penghitungan ASR dan SCR lokal MEA serta SLJJ digunakan rumus berikut:⁸⁹⁾

$$\text{ASR}(\%) \text{ MEA} = \frac{\text{C44}(\text{Rom1}) + \text{C44}(\text{Rom2})}{\text{C2}(\text{Rom1}) + \text{C2}(\text{Rom2})} \times 100\% \quad (4.2)$$

$$\text{SCR}(\%) \text{ MEA} = [1 - \text{LS}] \times [1 - \text{LO}] \times \text{ASR}(\%) \text{ MEA} \quad (4.3)$$

$$\text{ASR}(\%) \text{ SLJJ} = \frac{\text{C44}(\text{Rt})}{\text{C2}(\text{Rt})} \quad (4.4)$$

$$\text{SCR}(\%) \text{ SLJJ} = [1 - \text{LS}] \times [1 - \text{LO}] \times \text{ASR}(\%) \text{ SLJJ} \quad (4.5)$$

di mana:

Cn = nomor counter

Rom1 = Route Outgoing MEA-1

Rom2 = Route Outgoing MEA-2

Rt = Route Outgoing Toll

Besar SCR internal STK-1000 Pandaan dapat dihitung dengan persamaan (4.1)

sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{SCR}(\%) \text{ Internal} &= (1-0,4781) \times (1-0,0022) \times (1-0,07607) \times 100 \% \\ &= 48,1138 \% \end{aligned}$$

⁸⁹⁾ Ibid

Berdasarkan data pengukuran, ASR untuk lokal MEA dan SLJJ di STK-1000 Pandaan adalah:

$$\begin{aligned}\text{ASR (\% MEA)} &= [(127,4+4,2) / (247,2+11,4)] \times 100 \% \\ &= 50,8894 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ASR (\% SLJJ)} &= (365,8 / 839) \times 100 \% \\ &= 43,5995 \%\end{aligned}$$

Kemudian SCR MEA dan SLJJ yang melalui rute outgoing STK-1000 Pandaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{SCR (\% MEA)} &= (1-0,0022) \times (1-0,4781) \times 50,8894 \% \\ &= 26,5007 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SCR (\% SLJJ)} &= (1-0,002188) \times (1-0,4781) \times 43,5995 \% \\ &= 22,7273 \%\end{aligned}$$

4. 3. 3. PENGHITUNGAN SCH, MHTS DAN OCCUPANCY

SCH dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (2.8) yaitu:

$$\text{SCH} = \frac{\text{Jumlah Call seizure selama 1 jam}}{\text{Jumlah sirkit yang beroperasi}}$$

di mana jumlah *call seizure* pada STK-1000 ditunjukkan pada counter nomor 2 sedangkan jumlah sirkit yang beroperasi adalah 30 sirkit untuk SLJJ dan 15 untuk MEA, maka SCH untuk sentral STK-1000 Pandaan adalah:

$$\begin{aligned}\text{SCH} &= 1097,6 / 45 \\ &= 24,3911\end{aligned}$$

Rumus untuk mencari MHTS menggunakan persamaan (2.9), di mana trafik terukur ditunjukkan oleh counter nomor 50, maka MHTS sentral STK-1000 Pandaan adalah:

$$\begin{aligned} \text{MHTS (menit)} &= (25,5961 \times 60) / 1097,6 \\ &= 1,3992 \text{ menit} \end{aligned}$$

Penghitungan occupancy dapat dilakukan dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan (2.10), maka untuk sentral STK-1000 Pandaan:

$$\begin{aligned} \text{Occupancy} &= (25,5961 / 45) \times 100 \% \\ &= 56,8802 \% \end{aligned}$$

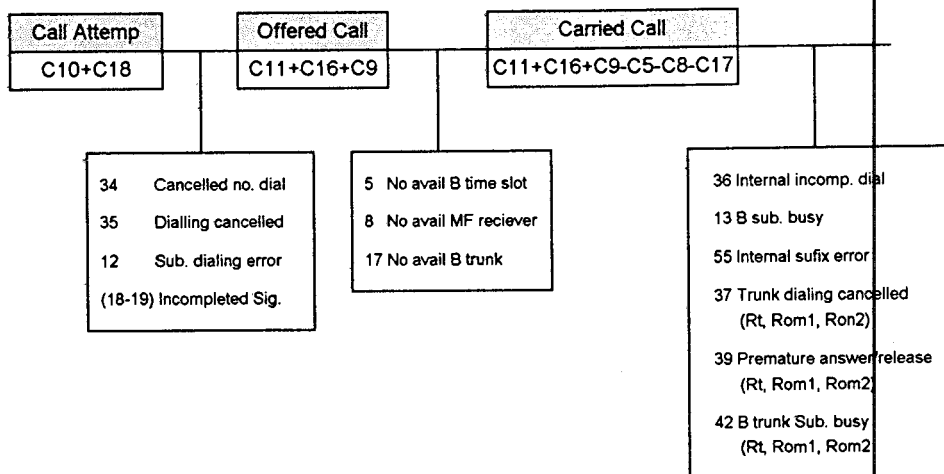
Parameter terhitung di atas selanjutnya akan dianalisa pada sub bab 4.5 guna mengevaluasi hasil operasi sentral STK-1000 Pandaan.

4. 3. 4. EVALUASI TRAFFIC ABILITY DAN TRAFIK RELIABILITY STK-1000 PANDAAN

Traffic ability dan traffic reliability adalah merupakan parameter yang paling erat kaitannya di antara parameter lainnya dalam mengevaluasi untuk mengetahui kehandalan suatu sentral.

4. 3. 4. 1. TRAFFIC ABILITY STK-1000 PANDAAN

Traffic ability adalah perbandingan antara *offered call* dengan *carried call*. Proses pencatatan data panggilan *carried* dan *offered* pada STK-1000 dapat digambarkan secara blok diagram seperti pada gambar 4-6



GAMBAR 4-6⁹⁰⁾
BLOK DIAGRAM PENGHITUNGAN CARRIED DAN OFFERED CALL

Untuk menghitung *traffic ability* menggunakan rumus:⁹¹⁾

$$\text{Traffic ability} = \frac{C11 + C16 + C9 - C5 - C8 - C17}{C11 + C16 + C9} \times 100\% \quad (4.6)$$

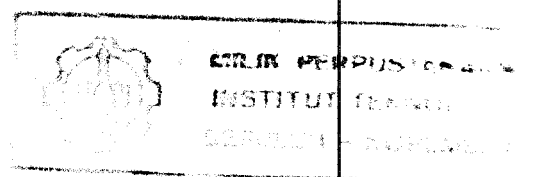
dengan menggunakan rumus di atas, dapat dicari *traffic ability* STK-1000 Pandaan:

$$\begin{aligned} \text{Traffic ability} &= [(442+1105,6+0,6-0-1,6-1,6)/(442+1105,6+0,6)] \times 100 \% \\ &= 99,7933 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh *traffic ability* sentral adalah 99,7933. Hal ini menunjukkan bahwa terlepas dari kondisi jaringan, sentral tersebut mempunyai kemampuan yang sangat tinggi dalam menangani trafik yang ditawarkan dan telah memenuhi tolok ukur yang ditetapkan P.T. TELKOM, yaitu 94 % (lampiran 5.3).

⁹⁰⁾ Ibid

⁹¹⁾ Ibid



4. 3. 4. 2. TRAFFIC RELIABILITY STK-1000 PANDAAN

Traffic reliability adalah suatu parameter yang menunjukkan kehandalan suatu sentral dalam menangani setiap panggilan pelanggan. Sentral dianggap kurang handal apabila pelanggan tidak dapat melakukan panggilan disebabkan kerusakan atau gangguan pada sentral (misalnya, pelanggan tidak mendapat *dial tone*, sentral tidak bisa mengirimkan ringing dan sebagainya).

Untuk menghitung *traffic reliability* digunakan persamaan sebagai berikut:⁹²⁾

$$\text{Traffic Reliability} = \frac{t_0 + \sum \left(\frac{n_i}{n_0} \times t_i \right)}{t_0} \times 100 \% \quad (4.7)$$

di mana: t_0 = periode pengamatan (detik)

t_i = lama gangguan (detik)

n_i = jumlah gangguan

n_0 = jumlah sirkit

Traffic reliability tolok ukur yang ditetapkan adalah 99,95 % (lampiran 5.3). Dari lampiran 5.3 menunjukkan bahwa pada periode bulan September *traffic reliability*-nya adalah 100 %, maka hal ini menunjukkan bahwa sentral STK-1000 Pandaan tidak pernah mengalami kerusakan/gangguan selama sebulan penuh pada bulan tersebut.

4. 4. KONVERSI CARRIED TRAFFIC KE OFFERED TRAFFIC

Di dalam pengukuran trafik, trafik yang ditawarkan (*offered traffic*) tidak dapat langsung diperoleh. Trafik yang terukur adalah *carried traffic*, sedangkan trafik

⁹²⁾ —, *Instruksi Pelaksanaan Sistem Pelaporan Performance Sentral*, P.T. TELKOM, Bandung, 1992.

yang ditawarkan harus dikonversikan berdasarkan trafik yang terukur. Hubungan antara trafik yang terukur dengan trafik yang ditawarkan adalah sebagai berikut:⁹³⁾

$$Y = A(1 - E_n(A)) \quad (4.8)$$

$$A = \frac{Y}{(1 - E_n(A))} \quad (4.8)$$

di mana: Y = trafik terukur (*carried traffic*)

A = trafik yang ditawarkan (*offered traffic*)

E_n = GOS dari fungsi A

Dari persamaan di atas terlihat bahwa proses pengkonversian tidak terlepas dari besarnya GOS dari sentral, untuk itu maka digunakan GOS standar yang pakai oleh P.T. TELKOM, yaitu sebesar 0,01.

Dengan menggunakan persamaan (4.8) dan asumsi tersebut di atas, maka trafik yang terukur dari masing-masing rute outgoing maupun incoming yang menuju Pasuruan dapat dikonversikan sebagai berikut:

$$A_{MEA} = \frac{4,486 \text{ Erl}}{1-0,01} = 4,5313 \text{ Erl}$$

$$A_{SLJJ} = \frac{21,11 \text{ Erl}}{1-0,01} = 21,3232 \text{ Erl}$$

$$A_{i/c} = \frac{23,6994 \text{ Erl}}{1-0,01} = 23,9388 \text{ Erl}$$

⁹³⁾ —, *Trafik dan Jaringan*, P.T. TELKOM, hal. 95.

TABEL 4-2
PARAMETER NETWORK STK-1000 PANDAAN

No.	Parameter	MEA	SLJJ
1	ASR	50,8894 %	43,5995 %
2	SCR	26,5007 %	22,7273 %
3	Offered Traffic	4,5313 Erl	21,3232 Erl
4	SCH	24,3911	
5	MHTS	1,3992 menit	
6	Occupancy	56,8802 %	
7	Loss Call	LO = 47,8132 % LS = 0,2188 % LT = 7,6069 %	

4. 5. ANALISA PARAMETER NETWORK STK-1000 PANDAAN

Untuk mengetahui unjuk kerja suatu jaringan sentral diperlukan beberapa parameter *network*. Parameter tersebut telah dihitung pada sub bab terdahulu, dari penghitungan tersebut dapat disimpulkan dalam tabel 4-2

4. 5. 1. ANALISA LOSS CALL

Rugi-rugi panggilan pada suatu jaringan telepon dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis seperti berikut:

□ Rugi Penyambungan

Rugi-rugi penyambungan yang timbul mengakibatkan tidak terlayannya permintaan suatu sambungan karena adanya kegagalan proses penyambungan di dalam sentral. Rugi-rugi yang dimaksud adalah:

- Kemacetan pada peralatan sentral, atau karena sentral berbeban lebih yang disebabkan oleh antrian yang terlalu panjang.
- Kesalahan pelanggan, misalnya salah atau kurang lengkap dalam memutar nomor tujuan, pembubaran sambungan terlalu dini.

- Kegagalan dalam penerimaan incoming signalling.

❑ Rugi Jaringan Lawan

Semua panggilan yang sudah mencapai jaringan lawan (baik dalam sentral tujuan atau pada sirkit jaringan lawan), tetapi kemudian mengalami kegagalan maka dapat diklasifikasikan sebagai rugi jenis ini. Rugi-rugi jaringan lawan ini dibagi lagi menjadi:

- Rugi-rugi teknis, yaitu yang berhubungan dengan kesalahan yang terjadi di sentral lawan.
- Rugi-rugi pelanggan, disebabkan pelanggan yang dituju sedang sibuk, tidak ada jawaban (RNA), nomor salah dan lain-lain.
- Rugi-rugi trafik, karena kurangnya kapasitas jaringan yang menuju ke jaringan lawan.

❑ Rugi Kemacetan Sirkit

Rugi jenis ini bergantung pada:

- Jumlah sirkit yang tersedia ke tempat tujuan.
- Besarnya kepentingan untuk melakukan panggilan ke tempat yang akan menjadi tujuan.

Dari rugi-rugi di atas, dapat dikelompokkan lagi berdasarkan sumber dari kerugian tersebut, yaitu loss originating, loss network, loss terminating dan P.T. TELKOM telah menetapkan suatu tolok ukur untuk distribusi loss call tersebut, yaitu:⁹⁴⁾

- Loss originating < 20 %
- Loss network SLJJ < 23 %
- Loss network Multi Exchanges < 11 %
- Loss network Single Exchange < 5 %

⁹⁴⁾ —, *op. cit.*, Lampiran 3.

- Loss terminating < 27 %

Kemudian dari loss network ditetapkan bahwa loss sentral tidak boleh lebih dari 5 %.

Dari data dan hasil penghitungan, diperoleh distribusi loss call seperti pada tabel 4-2. Hasil penghitungan tersebut menunjukkan bahwa loss originating terlalu tinggi, untuk mencari sebab tingginya angka tersebut, dapat ditinjau dari loss yang termasuk dalam tabel 4-1 untuk penghitungan loss originating. Setelah ditinjau dengan melihat lampiran 5.2, ternyata losses tersebut sebagian besar disebabkan *dialing cancelled*, *number dialling cancelled* dan sebagian kecil karena *suffix error*. Dengan adanya kenyataan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa loss originating disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu karena kesalahan pelanggan atau jaringan pada pelanggan berasal. Kesalahan pelanggan dapat berupa pemutusan sambungan yang terlalu dini atau tidak jadi memutar nomor *dial*, tidak lengkap dalam memutar nomor *dial* dan sebagainya, sedangkan gangguan pada jaringan pelanggan dapat berupa kerusakan pesawat telepon, kerusakan kabel saluran sehingga *dial* yang dikirimkan mengalami kerusakan/cacat atau bahkan tidak dapat diterima sama sekali sehingga sentral menerjemahkan sebagai *dialling cancelled* atau *suffix/prefix error*. Untuk mengatasinya, pada kesalahan pelanggan diperlukan penanganan secara non-teknis terhadap para pelanggan, misalnya dengan kampanye-kampanye yang berupa himbauan dan lain sebagainya dan untuk gangguan jaringan diperlukan perbaikan-perbaikan pada pesawat atau jaringan yang mengalami kerusakan tersebut.

Loss terminating yang tersaji pada tabel 4-1 sudah memenuhi kriteria, yaitu dibawah 27 %. Kegagalan atau rugi-rugi tersebut juga dikarenakan kesalahan di pelanggan atau gangguan jaringan atau pesawat telepon pada pelanggan tujuan (misalnya kabel terputus sehingga seperti RNA). Pada kesalahan pelanggan, yaitu panggilan yang tidak terjawab (RNA) dan pelanggan B (yang dipanggil) sibuk. Untuk mengatasi masalah ini juga diperlukan penanganan seperti halnya pada masalah loss originating yang berupa penanganan non-teknis dan perbaikan.

Loss sentral yang terlihat pada tabel hasil penghitungan telah memenuhi tolok ukur yang ditentukan yaitu lebih kecil dari 5 %. Losses yang terjadi dikarenakan tidak tersedianya MF *reciever* dan trunk di sisi B (yang dipanggil). Dari hasil tersebut, maka dibutuhkan MF *receiver* yang lebih banyak lagi atau memerlukan penambahan MF *card* pada STK-1000. Tidak tersedianya saluran trunk di B terdapat kemungkinan kekurangan sirkit pada trunk outgoing, tetapi hal ini perlu analisa yang lebih jauh karena tidak bisa terlepas dari parameter yang lain, untuk mengetahuinya maka dilakukan penghitungan dimensi trunk pada sub bab yang berikutnya. *No available B time slot* dari hasil pengukuran adalah 0, hal ini menunjukkan bahwa sentral tersebut sesuai dengan perancangan manufaktur dan rencana sentral pada FTP TELKOM yaitu merupakan sentral yang *full available* (ketersediaan penuh). Hal ini juga menunjukkan bahwa *switching module* pada STK-1000 adalah non blocking.

4. 5. 2. ANALISA ASR DAN SCR

Pada dasarnya ASR berguna untuk menganalisa kondisi *network* dalam suatu *network* lokal maupun *network* lawan sentral tersebut.

Di sini ASR ditentukan dengan melakukan pengukuran pada sentral lokal sehingga dari parameter tersebut dapat diketahui kondisi jaringan lokal tujuan, dalam hal ini maka sentral Pasuruan diasumsikan sebagai sentral tujuan.

Analisis *network* lokal suatu kota menggunakan data ASR dari sentral toll ke arah sentral-sentral lokal suatu kota dan atau ASR dari sentral lokal ke sentral lokal lainnya dalam MEA.⁹⁵⁾

⁹⁵⁾ Ibid, hal. 23.

Jika ASR lebih kecil dari tolok ukur yang telah ditentukan, maka jaringan lawan/tujuan jelek. Tolok ukur yang ditentukan P.T. TELKOM saat ini adalah:

- ASR MEA (LE ke LE) > 57%
- ASR SLJJ (LE ke TE) > 50 %

Hasil penghitungan yang diperoleh dari data adalah 50,8894% untuk MEA dan 43,5995 % untuk SLJJ. Dari hasil tersebut terlihat bahwa ASR untuk MEA maupun SLJJ belum mencapai seperti yang diharapkan, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu jaringannya yang perlu diperbaharui atau diperbaiki atau mungkin kekurangan sirkit. Mengenai jumlah sirkit, dapat ditinjau dari MHTS maupun occupancy.

Dengan kecilnya ASR maka dengan sendirinya SCR juga mengikuti, bahkan akan semakin kecil dan semakin jauh dari tolok ukur, karena jika dilihat dari persamaan 4.3 dan 4.5 SCR dipengaruhi juga oleh loss-loss yang terjadi.

Tolok ukur SCR yang ditentukan adalah:

- SCR Lokal (multi exchanges) > 50 %
- SCR Lokal (single exchange) > 55 %
- SCR SLJJ > 40 %

Dari data yang diperoleh, SCR lokal MEA = 26,5007 %, SCR lokal internal (single exchange) = 48,1138 % dan SCR SLJJ = 22,7273 %. Hasil tersebut semakin jauh dari tolok ukur, karena dipengaruhi oleh loss-loss yang terjadi, terutama loss pada originating.

4. 5. 3. ANALISA SCH, OCCUPANCY SIRKIT DAN MHTS

Untuk menganalisa kondisi sirkit dengan menggunakan occupancy sirkit dan SCH, jika occupancy dan SCH tinggi, maka menunjukkan bahwa kondisi sirkit *overload*. Hal ini disebabkan karena dimensi sirkit kurang, sirkit terganggu atau sentral tujuan

overload. Sedangkan untuk SCH dan MHTS terdapat beberapa ketentuan untuk menganalisa kondisi *network* lawan dengan parameter tersebut, yaitu:⁹⁶⁾

- Jika SCH tinggi dan MHTS sangat pendek, menunjukkan *network* lawan *overload*. Analisis dilanjutkan dengan melihat parameter *network* lawan.
- Jika SCH tinggi dan MHTS normal, menunjukkan *network* lawan baik dan untuk lebih meningkatkan ASR, sirkit perlu ditambah.
- Jika SCH rendah dan MHTS panjang, menunjukkan *network* lawan baik dan jumlah sirkit cukup.
- Jika SCH rendah dan MHTS sangat pendek menunjukkan sirkit cukup dan dilanjutkan dengan menganalisa parameter di *network* lawan, yaitu kondisi sirkit, peralatan sentral dan saluran pelanggan.

Tolok ukur untuk parameter tersebut di atas adalah sebagai berikut:⁹⁷⁾

□ SCH

- $SCH > 24$: jumlah seizure di sirkit banyak
- $10 < SCH < 24$: jumlah seizure di sirkit normal
- $SCH < 10$: jumlah seizure di sirkit sedikit

□ MHTS

- $MHTS > 2$ menit : waktu pendudukan cukup lama
- $1,5 \text{ menit} < MHTS < 2$: waktu pendudukan normal
- $MHTS < 1,5$ menit : waktu pendudukan singkat

□ Occupancy sirkit (OCC)

- $OCC > 80 \%$: beban trafik di sirkit tinggi (sangat efisien)
- $60 \% < OCC < 80 \%$: beban trafik di sirkit cukup (cukup efisien)

⁹⁶⁾ Ibid, hal. 24.

⁹⁷⁾ Ibid, lampiran 3.

- $OCC < 60 \%$: beban trafik di sirkit rendah (kurang efisien)

Untuk jumlah sirkit antara 21-50, tolok ukur occupancy sirkit yang ditetapkan adalah 70%.

Hasil perhitungan dari data yang diperoleh adalah $SCH = 24,3911$, $MHTS = 1,3992$ menit dan occupancy sirkit = $56,8802 \%$. SCH telah melampaui tolok ukur tertinggi dan $MHTS$ kurang dari tolok ukur terpendek, dengan kata lain SCH tinggi dan $MHTS$ sangat pendek. Hal tersebut berarti menunjukkan bahwa network lawan telah *overload*. Occupancy sirkit juga belum mencapai tolok ukur yang telah ditentukan, hal ini kemungkinan disebabkan dimensi sirkit terlalu besar.

Dari kesimpulan-kesimpulan di atas, maka dicoba untuk menghitung dimensi sirkit berdasarkan data trafik terukur (*carried traffic*) yang kemudian dikonversikan ke dalam trafik yang ditawarkan (*offered traffic*). Penghitungan dimensi disajikan pada sub bab 4.6.

4. 6. PENDIMENSIONIAN TRUNK STK-1000 PANDAAN

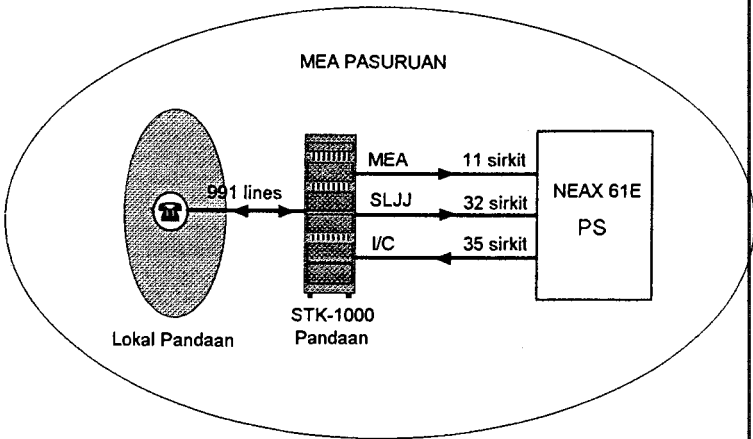
Tujuan dari menghitung dimensi trunk adalah untuk mengetahui jumlah sirkit yang dibutuhkan untuk menangani trafik yang ditawarkan. Dalam tugas akhir ini tidak dibahas mengenai *routing* yang akan diterapkan, dalam hal ini diasumsikan bahwa struktur jaringan yang digunakan adalah *star network*.

Penghitungna sirkit dapat ditentukan setelah mengetahui trafik antar sentral. Dalam menentukan besarnya sirkit antar sentral tidak lepas dari GOS yang ditentukan dalam perencanaan, di sini digunakan GOS standar P.T. TELKOM yaitu sebesar 0,01.

Dengan menggunakan tabel Erlang B, besar trafik antar sentral dari hasil konversi *carried-offered traffic* dapat ditentukan berapa besarnya sirkit yang diperlukan. Besar sirkit yang diperlukan pada sentral STK-1000 Pandaan dapat dilihat pada tabel 4-3.

TABEL 4-3
JUMLAH SIRKIT TRUNK STK-1000 PANDAAN

Arah	Offered Traffic	Jumlah Sirkuit
MEA	4,5313 Erl	11
SLJJ	21,3232 Erl	32
Incoming	23,9388 Erl	35



GAMBAR 4-7
KONFIGURASI DIMENSI TRUNK STK-1000 PANDAAN

Dari penghitungan di atas, maka konfigurasi rute sentral dapat digambarkan seperti pada gambar 4-7.

Dengan melihat hasil penghitungan dimensi trunk di atas, dapat disimpulkan mengenai jumlah sirkuit yang terpasang pada STK-1000 Pandaan saat sekarang, yaitu bahwa jumlah sirkuit trunk outgoing untuk SLJJ terlalu kecil, sebaliknya untuk trunk outgoing MEA dan incoming terlalu banyak. Dengan penambahan jumlah sirkuit trunk pada outgoing SLJJ mungkin dapat meningkatkan ASR, karena trafik outgoing pada rute

tersebut mempunyai porsi yang mayoritas. Sedangkan pengurangan sirkit pada outgoing MEA dapat meningkatkan occupancy sirkit.

Peningkatan ASR secara keseluruhan perlu diadakan evaluasi terhadap jaringan secara keseluruhan dan kemudian dilakukan penanganan-penanganan, seperti perbaikan dan pembenahan jaringan termasuk pembenahan sistem routing yang ada.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. KESIMPULAN

Dari seluruh pembahasan mengenai konsep dalam sistem switching digital dan pembahasan mengenai konsep sistem switching, konfigurasi, dan aplikasi STK-1000 serta mengenai pengukuran dan analisa parameter dari hasil operasi STK-1000 Panduan beserta pendimensionan trunk-nya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Fungsi-fungsi yang terdapat dalam sistem switching adalah fungsi switching, fungsi kontrol panggilan, fungsi operasi dan pemeliharaan, fungsi pensinyalan (signalling), fungsi antarmuka (*interface*) transmisi dan pensinyalan, di samping harus memenuhi fungsi-fungsi tersebut sistem switching juga harus mampu menjalankan fungsi BORSCHT.
2. Sistem pengkodean yang digunakan dalam sistem switching digital adalah sistem PCM (*pulse code modulation*) yang terdapat dua karakteristik, *A-Law* dan μ -*Law* dan dua sistem, 24-kanal dan 30-kanal. Jaringan switching publik yang terdapat di Indonesia menggunakan sistem PCM 30-kanal dengan karakteristik *A-Law*.
3. STK-1000 adalah sentral telepon digital dengan kapasitas 3000 sst baik untuk pelayanan suara (*voice*) maupun data, yang ditujukan untuk cakupan wilayah yang relatif kecil.

4. STK-1000 bersifat modular dan tersusun dari beberapa komponen dasar utama, yaitu DSM (*digital switching machine*) dan subsistem-subsistem. Antara sub sistem, DSM dan *main computer* dihubungkan dengan jalur hubungan standar yang terdiri dari DHWY (*digital highway*) sebagai jalur data dan GL (*group link*) sebagai jalur pengatur.
5. DSM STK-1000 mempunyai kapasitas 512 Erlang non blocking dengan susunan TST, *line card* terdiri dari 16 line unit (8 POT module) dan DHX (*digital trunk card*) terdiri dari 4 sistem PCM 30-kanal.
6. STK-1000 dapat diaplikasikan sebagai sentral lokal, tandem, transit atau kombinasi, dengan sistem PCM 30-kanal, karakteristik/kuantisasi *A-Law* dan dapat bekerja dalam mode transmisi sinkronus maupun plesiochronus serta dalam lingkungan analog.
7. STO Pandaan mengimplementasikan STK-1000 sebagai sentral lokal dengan kapasitas terisi 991 sst, 1 DHX (120 kanal), trunk outgoing 46 sirkit (30 o/g SLJJ, 1 o/g overflow dan 16 o/g MEA), trunk incoming 45 sirkit. Besar trafik yang ditanganani adalah 25,596 Erlang untuk outgoing dan 23,6994 untuk incoming.
8. Hasil pengukuran dan perhitungan parameter pada sentral STK-1000 Pandaan menunjukkan bahwa *traffic ability* dan *traffic reliability* adalah sebesar 99,7933 % dan 100 % dan ini telah memenuhi kriteria yang ditetapkan P.T. TELKOM. Loss terbesar terjadi di originating yaitu 47,8132 %. ASR dan SCR masih terlalu rendah yaitu 50,8894 % (ASR MEA), 43,5995 % (ASR SLJJ), 26,5007 % (SCR MEA) dan 22,7273 % (SCR SLJJ). Untuk parameter yang lain, SCH = 24,3911, MHTS = 1,3992 menit dan occupancy sirkit = 56,8802 %. Terlepas dari jaringan yang ada, STK-1000 cukup handal dan mampu menangani trafik yang ditawarkan serta merupakan sentral yang non-blocking dan *full availability*.

9. Jumlah sirkit yang harus disediakan dari hasil penghitungan dimensi trunk untuk STK-1000 Pandaan adalah 11 sirkit untuk o/g MEA, 32 sirkit untuk o/g SLJJ dan 35 sirkit untuk incoming.

5. 2. SARAN

Berdasarkan pembahasan dalam tugas akhir ini beserta kesimpulannya maka dapat diberikan beberapa saran yang berkaitan dengan sistem STK-1000 dan implementasinya pada jaringan telepon yang sudah ada maupun perencanaan atau pengembangan jaringan telepon.

Optimasi jaringan telepon dapat diperoleh dengan sistem manajemen jaringan yang terpadu, oleh karena itu diperlukan suatu hubungan antara sentral dengan IMS (*integrated management system*) yang sudah ada. Maka dari itu perlu dibuat dan dikembangkan suatu interface yang menghubungkan sistem administrasi (AMT) pada STK-1000 dengan IMS tersebut.

Dalam tugas akhir ini telah didapatkan jumlah sirkit yang diperlukan untuk trunk STK-1000 Pandaan, agar diperoleh hasil yang optimal diperlukan penentuan routing pada tahap berikutnya.

Peningkatan ASR menyangkut beberapa faktor, maka dari itu harus dilakukan analisa/evaluasi jaringan secara keseluruhan. Pembahasan dalam tugas akhir ini diharapkan bisa digunakan sebagai bahan masukan untuk perencanaan dan pengembangan jaringan telepon digital di negara kita.

DAFTAR PUSTAKA

1. Benhard E. Keiser and Eugene Strange, *"Digital Telephony and Network Intregation"*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1985.
2. B. Rossi, F. Haerens, *"Implementation of CCITT No. 7 Common Channel Signalling"*, Electrical Communications, Vol. 56, No. 2/3, 1981.
3. Bruce E. Briley, *"Introduction to Telephone Switching"*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Canada, 1983.
4. D. Bear, *"Principles of Telecommunication Traffic Engineering"*, Peter Peregrinus, LTD., London, UK, 1988
5. Dogan/Osman Tugal, *"Data Transmission Analysis, Design, Applications"*, Mc. Graw-Hill Book Company, USA, 1982.
6. Grinsec, *"Electronic Switching"*, Elsevier Science Publisher B. V., Netherlands, 1983.
7. John Bellamy, *"Digital Telephony"*, John Wiley & Sons, USA, 1982.
8. John Ronayne, *"Introduction to Digital Communication Switching"*, Howard W. Sams & Co Inc., Indianapolis, 1986.
9. K. Sam Shanmugam, *"Digital and Analog Communication Systems"*, John Wiley & Sons, Canada, 1979.
10. PT. TELKOM, *"Fundamental Technical Plan Telkom 92"*, PT. TELKOM, Edisi I/92, Jakarta, 1992.S.
11. Pusrenbangti P.T. TELKOM, *"STK-1000"*, Foil set, P.T. TELKOM, Bandung, 1993.
12. Siemens, *"Digital Telecommunications, Part 1"*, Siemens Aktiengesellschaft, Foil Set No. 35, Berlin and Munich, 1987.
13. Welch, *"Signalling In Telecommunication Network"*, Peter Perigrinus, LTD, UK, New York, 1979.

14. William Sinnema & Tom Mc. Govern, *"Data, Analog and Data Communications"*, Prentice-Hall, Inc., USA, 1986.
15. Y. Matsuo, K. Mizuashi, and S. Kano, *"New Common Channel Signalling System"*, Japan Telecommunications Review, Oct. 1980
16. ---, *"Instruksi Pelaksanaan Sistem Pelaporan Performance Sentral"*, P.T. TELKOM, Bandung, 1992.
17. ---, *"Petunjuk Pelaksanaan Perhitungan Dan Analisa/Evaluasi Parameter Network serta Langkah Tindaknya-Revisi 1"*, P.T. TELKOM, Bandung, 1990.
18. ---, *"Program Kerjasama Penelitian dan Pengembangan STK-1000 PT. TELKOM-PT. Elektrindo Nusantara"*, PT. Elektrindo Nusantara, Jakarta, 1993.
19. ---, *"Prosedur Praktek STK-1000"*, P.T. TELKOM, Bandung.
20. ---, *"Trafik dan Jaringan"*, P.T. TELKOM.

LAMPIRAN 1
SWITCHING PLANNING FTP-TELKOM

- routing,
- charging,
- subscriber interface.

- b) Remote Line Unit (RLU), a kind of line concentrator which, basically, contains only the subscriber interface functions.

1.3.2.2 Local Transit Exchange

No additional functions are required in local transit exchanges. When they work as a combined local and local transit exchange, they have to be provided with all the functions outlined in section 1.3.2.1 above.

1.3.2.3 Long Distance Transit Exchange

Transit exchanges in the long distance network also do not require any additional functions, except when they act as combined local/trunk exchanges. In such a case they have to be provided with all the functions generally provided to local exchanges.

1.3.2.4 Mobile Switching Centre

The mobile radio telephone service shall provide mobile subscribers with the capability to access the regular public telephone network as well as other mobile subscribers.

2. DIGITAL SWITCHING SYSTEM

2.1 Interfaces

The interfaces described in this section are a sub-set of the interface requirements provided in CCITT Rec Q.511, Q.512 and Q.513 as they apply to the Indonesian telecommunication network. Digital interfaces are generally used for connections between digital exchanges, while, for interworking with analogue transmission facilities, preference shall be given to the use of generic conversion equipment to ensure the flexibility of inter-connecting switches and transmission equipment from multiple-vendors [1].

Only A-law PCM encoding and the associated frame structure is provided in the network (refer to CCITT Rec G.711) [2].

The signalling interfaces are described in the Signalling Plan of the FTP 92.

2.1.1 Non-ISDN Subscriber Interface

The interfaces described below are a sub-set of the interfaces defined in CCITT Rec Q.512 as it applies to the Indonesian network [1].

2.1.1.1 Z-Interface

Z-interface is the generic analogue interface defined at the exchange side of an analogue subscriber line used to connect subscriber equipment (e.g. single telephone set or PABX equipment or remote subscriber [STJJ - Sambungan Telepon Jarak Jauh]).

- routing,
- pembebanan,
- antarmuka pelanggan

- b) Remote Line Unit (RLU), yaitu semacam line concentrator, yang pada dasarnya hanya berisi fungsi antarmuka pelanggan saja.

1.3.2.2 Sentral Telepon Transit Lokal/Tandem

Tidak ada fungsi-fungsi tambahan yang dipersyaratkan pada sentral telepon transit lokal. Bila sentral jenis ini berfungsi sebagai sentral "combined local/local transit exchange" maka harus dapat juga menyelenggarakan seluruh fungsi yang diuraikan pada SubBab 1.3.2.1.

1.3.2.3 Sentral Telepon Toll/Trunk

Tidak ada fungsi-fungsi tambahan yang dipersyaratkan untuk sentral transit pada jaringan SLJJ, kecuali bila sentral tersebut berlaku sebagai sentral "combined local/trunk exchange". Dalam keadaan ini maka sentral dimaksud harus dapat juga menyelenggarakan seluruh fungsi sentral telepon lokal.

1.3.2.4 Mobile Switching Centre

Pelayanan telepon radio bergerak harus memungkinkan pelanggan telepon bergerak mempunyai kemampuan mengakses jaringan telepon publik dan pelanggan telepon bergerak lainnya.

2. SISTEM SENTRAL TELEPON DIGITAL

2.1 Antarmuka (Interface)

Antarmuka yang dijelaskan disini merupakan bagian dari persyaratan antarmuka yang diberikan oleh Rekomendasi CCITT Q.511, Q.512 dan Q.513 [1] dimana merupakan antarmuka yang digunakan pada jaringan-jaringan di Indonesia. Untuk hubungan antar sentral digital, pada umumnya digunakan antar muka digital, sedangkan untuk hubungan kerja (interworking) dengan transmisi analog, lebih dianjurkan untuk menggunakan peralatan konversi yang generik untuk menjamin fleksibilitas interkoneksi peralatan sentral dan transmisi dari berbagai vendor [1].

Hanya PCM dengan sistem encoding A-Law dan struktur frame yang berkaitan yang boleh dipakai (sesuai Rekomendasi CCITT G.711) [2].

Antarmuka pensinyal dijelaskan pada Rencana Pensinyalan FTP 92.

2.1.1 Antarmuka ke Pelanggan Telepon Bukan ISDN

Berikut ini adalah subset dari antarmuka yang didefinisikan pada CCITT Rec. Q.512 [1] yang digunakan di Indonesia.

2.1.1.1 Antarmuka-Z

Antarmuka-Z adalah antarmuka analog yang umum pada sisi sentral dari saluran pelanggan analog yang digunakan untuk menghubungkan peralatan-peralatan pelanggan (misal : pesawat telepon tunggal atau peralatan PABX atau STJJ [Sambungan Telepon Jarak Jauh]).

2.1.1.2 V2-Interface

V2-interface is a generic digital interface used to connect local or remote digital network equipment, via a primary or secondary multiplexer. The electrical characteristics of this interface are described in CCITT Rec G.703. The frame structure shall comply with CCITT Rec G.704 and G.705 [2].

2.1.1.3 V3-Interface

V3-interface is the digital interface used to connect digital subscriber equipment via a regular digital facility. Its electrical characteristics shall comply with CCITT Rec G.703, its frame structure shall comply with CCITT Rec G.704 and G.705 [2].

2.1.2 Additional Interfaces for ISDN Subscribers

It is possible to implement ISDN by providing add-on functions to the digital telephone network presently existing in Indonesia. For that reason the following interfaces (refer to CCITT Rec Q.512 [1]) may be required.

2.1.2.1 V1-Interface

V1-interface is the interface to be used for the connection of ISDN Basic Rate Access (2B+D). Characteristics of the Basic Rate Access are described in CCITT Rec G.960. The signalling procedure used for this access shall be the D-channel signalling protocol as described in CCITT Rec Q.920 and Q.930 [3], [4], [5].

2.1.2.2 V3-Interface

The V3-interface can also be used for connecting ISDN primary rate access. Its electrical characteristics shall comply with CCITT Rec G.703 and the frame structure shall comply with CCITT Rec G.704 and G.705 [2].

2.1.2.3 V4-Interface

V4-interface shall be used for connecting a digital access link containing 12 ISDN basic rate accesses at 2048 kbits/s. The electrical characteristics of this interface shall comply with CCITT Rec G.703, its frame structure shall comply with CCITT Rec G.704 and G.705 [2].

2.1.3 Interface to other telephone exchanges

2.1.3.1 A-Interface

A-interface is a digital trunk interface using 2 Mbits/s PCM link (1st order)

2.1.3.2 C-Interface

C-interface is an analogue 2-wire or 4-wire interface, which shall be used when an analogue connection to the trunk side is required. Some telephone exchanges in Indonesia are still using the C-interface. However, its use in the future is expected to gradually diminish.

2.1.1.2 Antarmuka-V2

Antarmuka-V2 adalah suatu antarmuka digital yang umum untuk menghubungkan perangkat jaringan digital secara remote atau lokal dengan menggunakan multiplexer primer, atau multiplexer sekunder. Karakteristik listrik antarmuka ini diterangkan pada Rekomendasi CCITT G.703, sedangkan struktur framenya harus memenuhi persyaratan yang direkomendasikan oleh Rekomendasi CCITT G.704 dan G.705 [2]

2.1.1.3 Antarmuka-V3

Antarmuka-V3 merupakan antarmuka digital untuk menghubungkan peralatan "digital subscriber". Karakteristik listrik antarmuka ini harus memenuhi Rekomendasi CCITT G. 703. Struktur framenya harus memenuhi persyaratan yang direkomendasikan oleh Rekomendasi CCITT G.704 dan G.705. [2]

2.1.2 Antarmuka Tambahan untuk Pelanggan ISDN

Dimungkinkan adanya implementasi ISDN yang merupakan fungsi add-on pada jaringan telepon digital yang ada di Indonesia saat ini. Adanya hal tersebut maka antarmuka berikut (ditunjukkan oleh Rekomendasi CCITT Q.512 [1]) mungkin diperlukan.

2.1.2.1 Antarmuka-V1

Antarmuka-V1 adalah suatu antarmuka untuk penyambungan "basic rate access" ISDN (2B+D). Karakteristik dari "basic rate access" ini dijelaskan pada Rekomendasi CCITT G.960. Prosedur pensinyalan yang digunakan pada access ini adalah prosedur pensinyalan D-Channel seperti yang dijelaskan pada Rekomendasi CCITT Q.920 dan Q.930 [3], [4], [5].

2.1.2.2 Antarmuka-V3

Antarmuka-V3 dapat juga digunakan untuk penyambungan ke ISDN "primary rate access". Karakteristik listrik antarmuka ini harus memenuhi CCITT Rec. G.703, sedangkan struktur framenya harus memenuhi CCITT Rec. G.704 dan Rec. G.705 [2].

2.1.2.3 Antarmuka-V4

Antarmuka-V4 digunakan untuk menghubungkan "digital access link" yang memuat 12 ISDN basic rate access pada 2048 kbit/s. Karakteristik listrik antarmuka ini harus memenuhi Rekomendasi CCITT G.703 sedangkan struktur framenya harus memenuhi Rekomendasi CCITT G.704 dan G.705 [2].

2.1.3 Antarmuka ke Sentral Telepon Lain

2.1.3.1 Antarmuka-A

Antarmuka-A adalah antarmuka trunk digital yang menggunakan PCM link 2 Mbit/s (orde pertama).

2.1.3.2 Antarmuka-C

Antarmuka-C merupakan antarmuka analog 2-kawat atau 4-kawat, yang digunakan bila hubungan analog ke sisi trunk masih diperlukan. Beberapa sentral telepon di Indonesia masih menggunakan antarmuka-C ini, tetapi penggunaannya untuk masa mendatang akan terus dikurangi.

2.1.4 Interface to Operation, Maintenance and Network Management Centers (OMC)

The main characteristics of the OMC Interface are:

- The normal day-to-day O&M functions of the exchange shall remain independent of the operation and/or availability of the OMC, such that the exchange will be able to provide normal O&M operation without any reliance on the center.
- The OMC interface shall have the capability of supporting data transfer at an appropriate bit rate to ensure an efficient and effective information transfer.
- The interface shall have the capability of performing automatic initialization, synchronization and recovery of the data link.
- The interface shall have the capability of performing error detection and error correction at the link layer level to maintain data integrity during data transfer. However, for more sensitive and vital data (e.g. charging information), a higher level of data security and protection must be provided.

2.1.5 Interface to Non-Voice Facilities

2.1.5.1 Access to Public Data Network

For the time being, only access to SKDP (Sistem Komunikasi Data Paket) is envisaged.

2.1.5.2 Access to Other Non-Voice Facilities

Description of the interfaces to other non-voice facilities will be provided later.

2.2 Capabilities of Telephone Exchange

2.2.1 Capability to Support Subscriber Access

The characteristics of the digital interface at the subscriber side shall match the characteristics of the ISDN subscriber access structure and ISDN network (refer to CCITT Rec I.114 [6]).

2.2.2 Capability to Support Signalling

The telephone exchange shall have the capability of supporting both the subscriber line signalling and the register signalling between exchanges as outlined in the Signalling Plan.

2.2.3 Exchange Line Capacity

Exchanges typically are provided with between one hundred and several hundred thousand subscriber line units. This capacity must be easily augmented in order to meet future network requirements (growth and/or degrowth).

The availability of larger capacity exchanges will allow several smaller machines to be replaced by a single larger system. This will reduce network complexity, as a result of a reduced number of switching points, and better absorb network growth.

2.1.4 Antarmuka untuk Operasi, Pemeliharaan dan Pusat-pusat Pengaturan Jaringan (Network Management Centres)

Karakteristik utama dari antarmuka ke OMC adalah:

- Fungsi-fungsi dasar dari Operasi dan Pemeliharaan di sentral harus tidak bergantung pada keberadaan dan/atau operasi OMC, sentral dapat melaksanakan OMC secara normal tanpa ketergantungan dari pusat.
- Antarmuka ke OMC harus dapat mendukung pengiriman data (Data transfer) dengan kecepatan pengiriman (bit rate) yang cukup untuk memungkinkan pengiriman informasi yang efisien dan efektif.
- Antarmuka ini harus dapat melakukan inisialisasi secara otomatis, sinkronisasi dan recovery untuk data link.
- Antarmuka harus dapat menjamin keamanan data transfer pada link layer (dapat melakukan error detection dan error correction). Dan untuk data yang sangat sensitif (misal: data charging) error protection harus diaplikasikan dengan tingkat yang lebih tinggi.

2.1.5 Antarmuka Ke Fasilitas Penanganan Non-Voice

2.1.5.1 Akses ke Jaringan Data Publik

Untuk sementara waktu, hanya akses ke SKDP (Sistem Komunikasi Data Paket) yang dipertimbangkan.

2.1.5.2 Akses ke Fasilitas Non-Voice Lain

Pembahasan mengenai antarmuka ke fasilitas non-voice lain akan disiapakan kemudian.

2.2 Kemampuan Sentral Telepon

2.2.1 Kemampuan Mendukung Akses Pelanggan

Karakteristik antarmuka digital pada sisi pelanggan sentral harus disesuaikan dengan karakteristik struktur akses pelanggan ISDN dan jaringan ISDN (Rekomendasi CCITT I.114 [6]).

2.2.2 Kemampuan Mendukung Pensinyalan

Sentral telepon harus mampu mendukung pensinyalan saluran pelanggan maupun pensinyalan register antar sentral seperti yang dipersyaratkan pada Rencana Pensinyalan.

2.2.3 Kemampuan Kapasitas Sentral

Sentral telepon harus mempunyai kapasitas dari beberapa ratus line unit hingga ratusan ribu line unit. Kapasitas sentral telepon tersebut harus dapat disesuaikan dengan perkembangan jaringan di masa mendatang (pengembangan dan/atau pengurangan).

Tersedianya kapasitas sentral telepon yang lebih besar akan memungkinkan penggantian beberapa sentral kecil dengan sentral tunggal. Hal ini akan menyederhanakan jaringan karena dapat mengurangi jumlah switching point dan lebih mudah mengimbangi pertumbuhan jaringan.

2.2.4 Processor Capacity

The processor capacity of a stored program control (SPC) switch shall be sufficient such that service dependability and performance objectives remain constant and are preserved during periods of low and high traffic volumes. In addition, the call processing function must remain independent of administrative and maintenance routines (e.g. traffic measurements).

(Gambar 9.1)

2.2.5 Overload Protection

Overload control deals with both hardware and software overload in the system. Most overload control should be done automatically, but manual activation/deactivation must be possible. They should be designed to affect a variable percentage of traffic (e.g. 25%, 50%, 75% or 100%).

2.2.6 Operations and Maintenance Capability

2.2.6.1 Operations Capability

1) Modification and Expansion Capability

The switching system shall have the capability to accommodate augments or modifications to hardware and software resources without causing any service impairment.

2) Switch Service Capability

The switch shall process calls in the most efficient and effective manner. It shall be provided with the necessary fault management facilities to allow for the periodic and continuous monitoring of performance while providing immediate detection, verification and repair of all troubles arising in the system. In addition, the system shall have the capability to make and store accurate recordings of all transactions occurring in the switch.

3) Digit Translations, Routing and Zoning

The system shall process, efficiently and effectively, the analysis of various digit strings and translate these into correct route and switch instructions. In particular, this process shall include:

a) Digit Analysis:

- the system should have the ability to recognize all digits dialled, including: digits 1-9, 0 and code 11-15 as well as the star (*) and square (#) digits after ISDN has been deployed;
- the system should be able to analyze up to 12 digits prior to time-T;
- after time-T the capability of the system shall be in accordance with CCITT Rec E.164 [7].

2.2.4 Kemampuan Kapasitas Prosesor

Kapasitas pemrosesan sentral SPC harus memadai untuk menunjukkan kriteria unjuk kerja trafik dibawah beban nominal dan pada beban tinggi, tanpa bergantung pada eksekusi fungsi administrasi dan fungsi pemeliharaan (misal : pengukuran trafik). Kapasitas prosesor harus mampu menangani volume trafik yang ada.

(Gambar 9.1)

2.2.5 Perlindungan Terhadap Beban Lebih

Perlindungan beban lebih dilaksanakan untuk mengatasi kelebihan beban pada perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem. Pengendalian beban lebih harus dilaksanakan secara otomatis, tetapi sarana aktivasi/deaktivasi manual juga harus ada. Kemampuan tersebut harus dirancang untuk dapat mengendalikan sebagian atau keseluruhan dari trafik (misal: 25%, 50%, 75%, atau 100%).

2.2.6 Kemampuan Mendukung Operasi & Pemeliharaan

2.2.6.1 Kemampuan Operasi

1) Kemampuan Modifikasi dan Perluasan

Sistem harus dapat menerima penambahan perangkat keras dan perangkat lunak atau modifikasi perangkat keras/perangkat lunak tanpa mengakibatkan penyalan yang berarti terhadap pelayanan yang tengah berlangsung.

2) Kemampuan Pelayanan Sentral

Sentral harus memproses panggilan dengan cara yang paling efisien dan efektif. Sentral harus dilengkapi dengan fasilitas fault management yang diperlukan untuk pemantauan unjuk kerja baik secara berkala maupun terus menerus, agar dapat dilakukan pendeteksian secara cepat, serta verifikasi, dan perbaikan semua gangguan yang muncul pada sistem. Selain itu, sistem harus mampu membuat dan menyimpan rekaman yang akurat tentang semua transaksi pada sentral.

3) Kemampuan Translasi, Ruting dan Zoning.

Sistem harus mempunyai cara yang efisien untuk meyelenggarakan, mengubah, dan menganalisa informasi pemrosesan panggilan seperti translasi dan informasi ruting. Untuk ruting dan zoning harus mempunyai kemampuan sebagai berikut :

a) Analisis digit untuk routing dan zoning

- Sistem harus mempunyai kemampuan mengenali semua digit, yang meliputi : digit 1-9, 0 dan kode 11-15, serta digit bintang (*) dan square (#) setelah terselenggaranya ISDN.
- Sistem harus mampu menganalisa hingga 12 digit sebelum waktu-T.
- Setelah "waktu-T" maka kemampuan harus sesuai Rekomendasi CCITT E. 164 [7].

ANNEX 1
TONES CHARACTERISTICS

No.	tone	frequency	cadence	level
1.	Dial Tone	425 Hz ± 25 Hz	Continuous	-9 ± 2.5 dBmo
2.	Ringing Tone	425 Hz ± 25 Hz	1s on; 4s off	-9 ± 2.5 dBmo
3.	Busy Tone	425 Hz ± 25 Hz	0.5s on; 0.5 off	-9 ± 2.5 dBmo
4.	Congestion Tone "	425 Hz ± 25 Hz	0.25s on; 0.25s off	-9 ± 2.5 dBmo
5.	Special Information Tone	950 Hz ± 50 Hz 1400 Hz ± 50 Hz 1800 Hz ± 50 Hz	Tone period: 330ms on; 30ms off 330ms on; 30ms off 330ms on; 30ms off Silent period: 1000ms off	-9 ± 2.5 dBmo
6.	Trunk Offering Tone	425 Hz ± 25 Hz	0.5s on; 0.5s off	-12 ± 2.5 dBmo
7.	Number Unobtainable Tone "	425 Hz ± 25 Hz	2s on; 0.5s off	-9 ± 2.5 dBmo
8.	Payphone Recognition Tone	f1: 1200 Hz ± 1.5% f2: 800 Hz ± 1.5%	200ms on; 200ms off 200ms on; 2000ms off	-9 ± 2.5 dBmo

Note : 1) It should be possible to implement automatic announcement

ANNEX 3

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

This ANNEX 3 specifies three ranges of requirements for environmental conditions, with which the digital telephone exchanges have to comply :

1. Nominal condition, i.e. the condition in which the exchange equipment shall operate properly.

Temperature : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$
 Temperature gradient : $\leq 5^{\circ}\text{C per hour}$
 Relative humidity : $40\% < H < 80\%$
 Humidity gradient : $\leq 5\% \text{ per hour}$

2. Permanent condition, i.e. a condition within the range of the normal condition in which the exchange has to operate in accordance with specifications.

Temperature : $20^{\circ}\text{C} < T < 30^{\circ}\text{C}$
 Temperature gradient : $\leq 5^{\circ}\text{C per hour}$
 Relative humidity : $30\% < H < 70\%$
 Humidity gradient : $\leq 10\% \text{ per hour}$

3. Marginal condition, at the extreme ends of which the exchange must be capable to operate continuously for at least 12 hours.

Temperature : $10^{\circ}\text{C} < T < 35^{\circ}\text{C}$
 Temperature gradient : $\leq 10^{\circ}\text{C per hour}$
 Relative humidity : $20\% < H < 90\%$
 Humidity gradient : $< 10\% \text{ per hour}$

LAMPIRAN 3

KONDISI LINGKUNGAN

Dalam lampiran ini dijelaskan persyaratan kondisi lingkungan yang harus dipenuhi oleh sentral telepon digital pada beberapa kondisi.

1. Kondisi nominal, yaitu kondisi dalam hal peralatan sentral telepon digital bekerja dengan baik.

Suhu : $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$
 Gradient suhu : $\leq 5^{\circ}\text{C per jam}$
 Kelembaban relatif : $40\% < H < 80\%$
 Gradient kelembaban : $\leq 5\% \text{ per jam}$

2. Kondisi permanen, yaitu kondisi yang berada dalam batas kondisi normal. Pada kondisi ini sentral telepon digital harus dapat bekerja dengan baik sesuai spesifikasi yang telah ditentukan.

Suhu : $20^{\circ}\text{C} < T < 30^{\circ}\text{C}$
 Gradient suhu : $\leq 5^{\circ}\text{C per jam}$
 Kelembaban relatif : $30\% < H < 70\%$
 Gradient kelembaban : $\leq 10\% \text{ per jam}$

3. Kondisi marginal, dalam hal kondisi lingkungan mencapai batas maksimum atau minimum, sentral telepon digital harus masih dapat bekerja selama minimum 12 jam terus menerus.

Suhu : $10^{\circ}\text{C} < T < 35^{\circ}\text{C}$
 Gradient suhu : $\leq 10^{\circ}\text{C per jam}$
 Kelembaban relatif : $20\% < H < 90\%$
 Gradient kelembaban : $\leq 10\% \text{ per jam}$

LAMPIRAN 2
SIGNALLING PLANNING FTP-TELKOM

ANNEX 1
DEFINITION AND FUNCTIONS OF SIGNALS

1. Line Signals (see ANNEX 3)

No	Signal Name	Definition
1.	SEIZURE	A signal sent in the forward direction at the beginning of a call to initiate the transition of the circuit at the incoming end from idle to busy. At the incoming exchange the signal causes the association of equipment capable of receiving information signals.
2.	PROCEED TO SEND/ SEIZURE ACKNOWLEDGEMENT	A signal sent in the backward direction indicating that the condition of the circuit at the incoming end has been changed to 'seized' and that the exchange is ready to receive information signals.
3.	FORCED RELEASE	A signal sent in the backward direction requesting immediate release of the circuit. Used in cases such as: <ul style="list-style-type: none"> - Time out in condition waiting for ANSWER; - Network congestion; - Time out after CLEAR BACK. <p>FORCED RELEASE will cause immediate sending of CLEAR FORWARD and will be passed on towards the preceeding exchanges.</p>
4.	ANSWER	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber has answered the call. This signal indicates the start of the conversation.
5.	METERING	A signal sent in the backward direction from the zoning exchange indicating that a new charging interval has been started and a charging unit has to be added to the subscriber meter.
6.	CLEAR BACK	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber has gone on hook.
7.	CLEAR FORWARD	A signal sent in the forward direction indicating that the connection must be cleared immediately and charging must be stopped.

LAMPIRAN 1
DEFINISI DAN FUNGSI SINYAL

1. Sinyal Line (lihat LAMPIRAN 3)

No	Nama Sinyal	Definisi
1.	SEIZURE	Sinyal yang dikirim ke arah depan (forward) pada awal pembangunan sambungan untuk memulai transisi sirkuit pada sisi incoming dari keadaan bebas (idle) menjadi sibuk (busy). Pada sisi sentral-pengirim sinyal tersebut mengakibatkan dipersiapkannya peralatan-peralatan yang terkait, sehingga mampu menerima sinyal-sinyal informasi.
2.	PROCEED TO SEND/ SEIZURE ACKNOWLEDGEMENT	Sinyal yang dikirim ke arah balik (backward) sebagai tanda bahwa kondisi sirkuit pada sisi incoming telah berubah dan sentral telah siap menerima sinyal informasi.
3.	FORCED RELEASE	Sinyal yang dikirim ke arah balik sebagai tanda permintaan untuk segera membebaskan sirkuit. Digunakan dalam hal: <ul style="list-style-type: none"> - Waktu tunggu sinyal ANSWER terlampaui - Terjadi kongesti jaringan - Waktu tunggu setelah CLEAR BACK terlampaui <p>FORCED RELEASE akan diteruskan ke sentral-sentral sebelumnya dan akan menyebabkan pengiriman sinyal CLEAR FORWARD.</p>
4.	ANSWER	Sinyal yang dikirim ke arah balik sebagai tanda bahwa pelanggan yang dipanggil telah menjawab. Sinyal ini digunakan sebagai tanda awal pembicaraan.
5.	METERING	Sinyal yang dikirim ke arah balik dari sentral yang ditetapkan sebagai "zoning point", sebagai tanda awal dari periode biaya baru.
6.	CLEAR BACK	Sinyal yang dikirim ke arah balik sebagai tanda bahwa pelanggan yang dipanggil telah meletakkan gagang teleponnya.
7.	CLEAR FORWARD	Sinyal yang dikirim ke arah depan sebagai tanda akhir dari suatu pembicaraan. Sambungan harus segera dibubarkan dan perhitungan waktu pembicaraan dihentikan.

LAMPIRAN 2

No	Signal Name	Definition
8.	RELEASE GUARD	A signal sent in the backward direction in response to a clear forward signal indicating that the circuit has been returned to idle condition and the associated equipment has been released.
9.	RE-ANSWER	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber has gone off hook again after causing a clear back signal and before receipt of a clear forward signal.
10.	TRUNK OFFERING	A signal sent in the forward direction to initiate a call offering to a busy subscriber.
11.	CANCEL OFFERING	A signal sent by the operator in the forward direction to cancel a trunk offering in case the subscriber refuses the offered call.
12.	RE-RING	A signal sent by the operator in the forward direction to establish an offered call after the called busy subscriber has gone on hook.
13.	BLOCKING	A signal sent continuously in the backward direction indicating a blocking condition of the circuit at the incoming exchange. Blocking signal will prevent the sending of seizure signal until the blocking condition is removed.

2. Register Signals (see ANNEX 6)

No	Signal Name	Definition
1.	NUMERICAL INFORMATION	Digits signal sent in the forward direction for the transfer of dialled digits (called subscriber address) and calling subscriber address.
2.	REROUTE TO SPECIAL SERVICE	A signal sent in the forward direction indicating a rerouting to a special service device in order to inform a calling subscriber on the condition of the called subscriber.
3.	ACCESS TO TEST AND MAINTENANCE EQ.	A signal sent in the forward direction, used as an access code to the automatic answering equipment for the network maintenance.

No	Nama Sinyal	Definisi
8.	RELEASE GUARD	Sinyal yang dikirim ke arah balik sebagai jawaban sinyal CLEAR FORWARD dan menandakan bahwa sirkuit telah dikembalikan ke keadaan 'idle' dan perangkat yang terkait telah dibebaskan.
9.	RE-ANSWER	Sinyal yang dikirim ke arah balik, menandakan bahwa pelanggan yang dipanggil mengangkat kembali gagang teleponnya, setelah terjadi pengiriman CLEAR BACK disebabkan karena gagang telepon tersebut diletakkan sebentar, tetapi sebelum diterimanya sinyal CLEAR FORWARD.
10.	TRUNK OFFERING	Sinyal yang dikirim ke arah depan untuk mengawali proses penawaran sambungan oleh operator kepada pelanggan yang sedang bicara.
11.	CANCEL OFFERING	Sinyal yang dikirim ke arah depan untuk membatalkan penawaran sambungan oleh operator kepada pelanggan yang sedang bicara.
12.	RE-RING	Sinyal yang dikirim ke arah depan untuk membangun sambungan baru yang pernah ditawarkan oleh operator melalui TRUNK OFFERING, setelah pelanggan yang bersangkutan meletakkan gagang teleponnya.
13.	BLOCKING	Sinyal yang dikirim ke arah balik secara terus-menerus yang menandai keadaan 'blocking' pada sisi sentral 'incoming'. Sinyal BLOCKING mencegah pengiriman sinyal SEIZURE sampai keadaan blocking teratasi.

2. Sinyal Register (lihat LAMPIRAN 6)

No	Nama Sinyal	Definisi
1.	NUMERICAL INFORMATION	Sinyal 'digit' yang dikirim ke arah depan untuk menyampaikan informasi nomor yang dipilih / dituju, atau nomor pelanggan pemanggil.
2.	REROUTE TO SPECIAL SERVICE	Sinyal yang dikirim ke arah depan untuk menandai pengalihan sambungan ke suatu perangkat khusus dengan maksud memberikan keterangan keadaan pelanggan yang dipanggil.
3.	ACCESS TO TEST AND MAINTENANCE EQ.	Sinyal yang dikirim ke arah depan, digunakan sebagai kode pengaksesan perangkat 'automatic answering' untuk pemeliharaan jaringan.

No	Signal Name	Definition
4.	END OF AVAILABLE INFORMATION	<p>A signal sent in the forward direction as the last signal of a series of numerical information, when it is known:</p> <ul style="list-style-type: none"> - that the dialled digits are complete; - that the preceding digit was the last digit of the calling subscriber number.
5.	CALLING SUBSCRIBER CATEGORY	<p>A signal sent in the forward direction indicating category of the calling subscriber.</p> <p>The information contained can be as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 'National Operator', indicating that the calling party is a national operator having the facility for access to engaged subscribers to offer a long distance call. - 'Normal Subscriber', indicating that the calling party is a normal subscriber with the normal facilities. - 'Local Payphone', indicating that the call is originated from a payphone which is restricted for local calls only (barred for SLDD calls). - 'International Operator', indicating that the calling party is an International operator having the facility for access to national subscribers through the national SLDD network for setting up the international call. - 'Long Distance Payphone', indicating that the call is originated from a payphone which can be used for SLDD and local calls. - 'National Test Equipment', indicating that the call is originated from a test equipment which can be through connected to all subscriber categories in the national network. - 'International Test Equipment', indicating that the call is originated from a test equipment which can be through connected to the International network, for test purposes.

No	Nama Sinyal	Definisi
4.	END OF AVAILABLE INFORMATION	<p>Sinyal yang dikirim ke arah depan, untuk mengakhiri suatu deretan informasi numerik yang telah dikirim sebelumnya, setelah dikenali bahwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - digit yang harus diputar telah lengkap - digit sebelumnya adalah digit terakhir dari nomor pelanggan yang dipanggil.
5.	CALLING SUBSCRIBER CATEGORY	<p>Sinyal yang dikirim ke arah depan untuk menyampaikan informasi mengenai kategori pemanggil.</p> <p>Informasi yang disampaikan dapat berupa :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 'National Operator', menandakan bahwa pemanggil adalah operator nasional yang berhak mengakses pelanggan yang sedang bicara untuk menawarkan sambungan jarak jauh. - 'Normal Subscriber', menandakan bahwa pemanggil adalah pelanggan biasa dengan fasilitas biasa. - 'Local Payphone', menandakan bahwa panggilan berasal dari payphone yang terbatas hanya untuk panggilan lokal - 'International Operator', menandakan bahwa pemanggil adalah operator internasional yang berhak mengakses pelanggan nasional untuk melakukan penyambungan internasional. - 'Long Distance Payphone', menandakan bahwa panggilan berasal dari payphone yang dapat digunakan untuk panggilan jarak jauh dan lokal. - 'National Test Equipment', menandakan bahwa panggilan berasal dari suatu perangkat test yang dapat disambungkan ke semua kategori pelanggan dalam jaringan nasional. - 'International Test Equipment', menandakan bahwa panggilan berasal dari perangkat test yang dapat disambungkan ke jaringan internasional.

No	Signal Name	Definition
5.	CALLING SUBSCRIBER CATEGORY (continued)	<ul style="list-style-type: none"> 'Cross Border Operator', indicating that the calling party is an operator having the facility for setting up cross border calls. 'International Payphone', indicating that the call is originated from an International payphone.
6.	SEND NEXT DIGIT	A signal sent in the backward direction serving as acknowledgement in the semi-compelled cycle and requesting the originating exchange to send the next digit.
7.	RESTART FROM BEGINNING	A signal sent in the backward direction requesting the originating exchange to repeat the sending of the numerical information from the beginning (including the prefix '0').
8.	ADDRESS COMPLETE, CHANGE TO GROUP B	A signal sent in the backward direction by the terminating exchange, indicating that the called subscriber has been reached and inviting the originating exchange to prepare itself to receive a B-signal giving more information on the condition of the called subscriber.
9.	CONGESTION	A signal sent in the backward direction indicating that congestion of network resources is existing (not subscriber busy).
10.	ADDRESS COMPLETE, SET UP SPEECH CONDITION	A signal sent in the backward direction by the terminating trunk exchange when it has to perform routing to a system not capable of transmitting the called subscriber line condition (e.g. EMD). Reception of this signal by the originating exchange will result in the release of the outgoing register and through connection of the speech path.
11.	SEND CALLING PARTY'S CATEGORY / NUMBER	A signal sent in the backward direction requesting for the calling line category or the calling subscriber number.
12.	RESTART WITH LAST DIGIT BUT ONE	A signal sent in the backward direction requesting for restart of digit sending with digit 'n-1' (last received digit is digit 'n')
13.	RESTART WITH LAST DIGIT BUT TWO	A signal sent in the backward direction requesting for restart of digit sending with digit 'n-2' (last received digit is digit 'n')
14.	SUBSCRIBER LINE FREE, WITH CHARGE	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber line is free and that the call shall be charged after receipt of the ANSWER signal.

No	Nama Sinyal	Definisi
5.	CALLING SUBSCRIBER CATEGORY (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> 'Cross Border Operator', menandakan bahwa panggilan berasal dari operator yang berhak melakukan penyambungan lintas-batas/cross border. 'International Payphone', menandakan bahwa panggilan berasal dari payphone Internasional.
6.	SEND NEXT DIGIT	Sinyal yang dikirim ke arah balik sebagai tanda 'acknowledgement' pada siklus 'semi-compelled' dan untuk meminta sentral-asal mengirimkan digit berikutnya.
7.	RESTART FROM BEGINNING	Sinyal yang dikirim ke arah balik untuk meminta sentral asal mengulang pengiriman digit dari awal (termasuk prefix '0')
8.	ADDRESS COMPLETE, CHANGE TO GROUP B	Sinyal yang dikirim ke arah balik oleh sentral-ujung, menandakan bahwa pelanggan yang dipanggil telah dicapai, serta meminta sentral-asal untuk siap menerima sinyal grup B, sebagai informasi lebih lanjut keadaan pelanggan yang dipanggil.
9.	CONGESTION	Sinyal yang dikirim ke arah balik yang menandai terjadinya keadaan 'congestion' pada jaringan (bukan pelanggan sibuk).
10.	ADDRESS COMPLETE, SET UP SPEECH CONDITION	Sinyal yang dikirim ke arah balik oleh sentral-trunk ujung, jika sentral tersebut harus membual routing ke suatu sistem yang tidak mampu memberikan sinyal informasi keadaan pelanggan yang dipanggil (misalnya EMD). Sinyal ini meminta sentral-asal untuk segera menyambungkan kanal bicara.
11.	SEND CALLING PARTY'S CATEGORY / NUMBER	Sinyal yang dikirim ke arah balik untuk meminta informasi kategori pemanggil atau nomor pelanggan pemanggil.
12.	RESTART WITH LAST DIGIT BUT ONE	Sinyal yang dikirim ke arah balik untuk meminta pengulangan pengiriman digit mulai digit ke 'n - 1' (digit yang diterima terakhir adalah ke n).
13.	RESTART WITH LAST DIGIT BUT TWO	Sinyal yang dikirim ke arah balik untuk meminta pengulangan pengiriman digit mulai digit ke 'n - 2' (digit yang diterima terakhir adalah ke n).
14.	SUBSCRIBER LINE FREE, WITH CHARGE	Sinyal yang dikirim ke arah balik menandakan bahwa pelanggan yang dipanggil dalam keadaan bebas dan pembicaraan akan dikenakan biaya setelah penerimaan sinyal 'ANSWER'.

No	Signal Name	Definition
15.	SUBSCRIBER BUSY	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber is busy.
16.	SEND SPECIAL INFORMATION TONE	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber number has been changed.
17.	SUBSCRIBER LINE FREE, NO CHARGE	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber line is free and that the call shall not be charged on answer.
18.	MALICIOUS CALL TRACING	A signal sent in the backward direction requesting the originating exchange to automatically block the calling subscriber line equipment, so that it can be traced by the maintenance personnel, identifying the calling subscriber.
19.	UNALLOCATED NATIONAL NUMBER	A signal sent in the backward direction indicating that the called subscriber number or the Area Code is not allocated.
20.	LINE OUT OF SERVICE	A signal sent in the backward direction indicating that the subscriber line is out of service for administrative reasons.

No	Nama Sinyal	Definisi
15.	SUBSCRIBER BUSY	Sinyal yang dikirim ke arah balik, menandakan bahwa pelanggan yang dipanggil dalam keadaan sibuk.
16.	SEND SPECIAL INFORMATION TONE	Sinyal yang dikirim ke arah balik untuk memberitahukan bahwa nomor pelanggan yang dipanggil telah berubah.
17.	SUBSCRIBER LINE FREE, NO CHARGE	Sinyal yang dikirim ke arah balik, menandakan bahwa pelanggan yang dipanggil dalam keadaan bebas dan pembicaraan tidak dikenakan biaya.
18.	MALICIOUS CALL TRACING	Sinyal yang dikirim ke arah balik yang meminta sentral-asal untuk secara otomatis memblokir perangkat pelanggan pemanggil, sehingga dapat dilakukan pelacakan.
19.	UNALLOCATED NATIONAL NUMBER	Sinyal yang dikirim ke arah balik, menandakan bahwa nomor pelanggan yang dipanggil atau kode wilayahnya tidak teralokasi.
20.	LINE OUT OF SERVICE	Sinyal yang dikirim ke arah balik, menandakan bahwa saluran pelanggan tidak dapat dipakai karena alasan administratif.

ANNEX 2
 SIGNALLING ON SUBSCRIBER LINE

LAMPIRAN 2
 PENSINYALAN PADA SALURAN PELANGGAN

1. Line Signal Coding for Analogue Subscribers

Signal Name	Physical Signal
IDLE	Continuous opening of the subscriber loop
SEIZING	Subscriber loop closes more than 200 ms
METERING	A pulse of 16 kHz \pm 0.5%, 80 - 165 ms long
CLEAR FORWARD	Subscriber loop opens more than 500 ms
RINGING	Interrupted sinus signal of 25 \pm 3 Hz, 70 \pm 10 V, 1 s ringing and 4 s interval.
ANSWER	Called subscriber loop closes more than 300 ms
CLEAR BACK	Called subscriber loop opens more than 600 ms

1. Pengkodean Sinyal Line untuk Pelanggan Analog

Nama Sinyal	Sinyal Fisik
IDLE	Loop saluran pelanggan terbuka secara kontinyu.
SEIZING	Loop saluran pelanggan tertutup lebih dari 200 ms.
METERING	Pulsa frekuensi 16 kHz \pm 0,5 %, selama 80 - 165 ms.
CLEAR FORWARD	Loop saluran pelanggan terbuka lebih dari 500 ms.
RINGING	Pulsa sinus terputus-putus 25 \pm 3 Hz, 70 \pm 10 Volt, 1 s 'ringing' dan 4s selang.
ANSWER	Loop pelanggan yang dipanggil tertutup lebih dari 300 ms.
CLEAR BACK	Loop pelanggan yang dipanggil terbuka lebih dari 600 ms.

2. Decadic Register Signal Coding for Analogue Subscribers

Decadic register signals for analogue subscriber are transferred by means of trains of consecutive pulses representing the dialled digits. Each pulse consists of 60 \pm 7 ms period of loop opening, followed by 40 \pm 7 ms period of loop closing. One pulse represents digit 1, two pulses represent digit 2, and so on up to 10 pulses representing digit 0.

Minimum inter-digit pause separating two consecutive pulse trains shall be 650 ms.

3. DTMF Register Signal Coding for Analogue Subscriber

The use of Dual Tone Multi Frequency (DTMF) to represent the register signals for analogue subscriber is recommended in CCITT Rec Q.23.

The minimum signal length shall be 40 ms. Minimum interval between two signals shall be 40 ms.

The following frequency combinations are used:

I1	I2	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A	
770 Hz	4	5	6	B	
852 Hz	7	8	9	C	
941 Hz	.	0	#	D	

2. Pengkodean Sinyal Register Dekadik untuk Pelanggan Analog

Sinyal register dekadik untuk pelanggan analog diwujudkan dalam bentuk deretan pulsa untuk menyalakan angka yang diputar. Setiap pulsa terdiri dari 60 \pm 7 ms perioda loop terbuka, diikuti oleh 40 \pm 7 ms perioda loop tertutup. Satu pulsa mewakili angka satu, dua pulsa angka dua, demikian seterusnya sampai 10 pulsa yang mewakili angka 0.

Selang waktu minimum yang memisahkan dua rangkaian pulsa yang berurutan adalah 650 ms.

3. Pengkodean Sinyal Register DTMF untuk Pelanggan Analog

Pemakaian 'Dual Tone Multi Frequency (DTMF)' sebagai sinyal register untuk pelanggan analog diatur dalam CCITT Rec Q.23.

Panjang sinyal minimum adalah 40 ms. Selang waktu minimum antara dua sinyal adalah 40 ms.

Kombinasi frekuensi seperti dalam tabel berikut :

4. Signal Conversion for Subscriber Lines on Digital Multiplexer

Coding of the analogue subscriber signal on a-bit for the forward direction (af) and backward direction (ab) shall be as follows:

4. Konversi Sinyal Saluran Pelanggan pada Multiplexer Digital

Pengkodean sinyal pelanggan analog dilaksanakan pada bit-a untuk arah ke depan (af) dan arah balik (ab) sebagaimana tabel berikut :

Signal		Digital Code (channel 16)	
		af - bit	ab - bit
IDLE		1	1
From the Calling Party			
SEIZING		0	1
DIALLING	Pulse	0	1
	Pause	1	1
ANSWER (Status)		0	1
CLEAR FORWARD		1	1
From the Called Party			
RINGING		1	0
ANSWER (Status)		0	1
CLEAR BACK		1	1

TABLE 8A4.2 : DIGITAL VERSION OF F6 SIGNALLING

Signal / State	Direction	Duration	Signalling bits in TS 16							
			Forward				Backward			
			a	b	c	d	a	b	c	d
IDLE	state	continuous	1	1	1	1	0	1	1	1
SEIZURE	forward	continuous	0	1	1	1				
SEIZED (ackn.)	backward	continuous					1	1	1	1
DIALLING PULSE	forward	60 ± 3 ms	0	0	1	1				
DIALLING PAUSE	forward	40 ± 2 ms	0	1	1	1				
INTERDIGIT PAUSE	forward	min 650 ms	0	1	1	1				
WAITING FOR ANSWER	state	continuous	0	1	1	1	1	1	1	1
ANSWER (without metering)	backward	continuous					1	0	0	1
ANSWERED (without metering)	state	continuous	0	1	1	1	1	0	0	1
ANSWER ((with metering)	backward	120 - 250 ms					1	1	0	1
ANSWERED (with metering)	state	continuous	0	1	1	1	1	1	1	1
METERING	backward	150 ± 30 ms					1	1	0	1
CLEAR BACK	backward	continuous					1	1	0	1
CLEAR FORWARD	forward	continuous	1	1	1	1				
RELEASE GUARD = IDLE	backward	continuous					0	1	1	1
TRUNK OFFERING	forward	continuous	0	1	0	1				
CANCEL OFFERING	forward	continuous	0	1	1	1				
RE-RING	forward	continuous	0	0	0	1				
MALICIOUS CALL HOLD	backward	continuous					1	0	1	1
MALICIOUS CALL RELEASE	backward	continuous					1	1	1	1
BLOCKING	state	continuous	1	1	1	1	1	1	1	1

3. Electrical Interface

For the analogue variants the electrical interface conditions vary from the one exchange type to the other, since there are different voltages used (60V and 48V). Furthermore, the resistance via which the potentials are applied vary. As a consequence the maximum distance for the signalling (-wire) may also vary dependent on the interconnected exchange types.

3. Antarmuka Kelistrikan

Pada varian analog, persyaratan antarmuka kelistrikan bervariasi dari jenis sentral yang satu ke jenis yang lain, disebabkan oleh perbedaan tegangan yang dipakai (60V dan 48V). Lagipula, potensial-potensial tersebut disambungkan melalui hambatan yang berbeda pula besarnya. Sebagai akibatnya, jarak maksimum dimana pensinyalan ini dapat diterapkan juga bervariasi tergantung kepada jenis sentral yang dihubungkan.

Forward Signals

Combination	Group I	Group II	Group III
1	Digit 1	National Operator	Digit 1
2	Digit 2	Normal Subscriber	Digit 2
3	Digit 3	Local Payphone	Digit 3
4	Digit 4	International Operator	Digit 4
5	Digit 5	Long distance Payphone	Digit 5
6	Digit 6	National Test and Maintenance Eq.	Digit 6
7	Digit 7	International Test Equipment	Digit 7
8	Digit 8	Cross border Operator	Digit 8
9	Digit 9	International Payphone	Digit 9
10	Digit 0	Spare	Digit 0
11	Reroute to Special Service	Spare	Spare
12	Spare	Spare	Spare
13	Spare	Spare	Spare
14	Access to Test and Maintenance Eq.	Spare	Spare
15	End of available information	End of available information	End of available information

Backward Signals

Combination	Group A	Group B
1	Send next digit (n+1)	Subscriber line free
2	Restart from beginning	Subscriber busy
3	Address complete/change to group B	Send special information tone (interception signal)
4	Congestion	Technical blocking
5	Address complete, set up speech condition	Subscriber line free, no charge
6	Send calling subscriber category/number	Malicious call tracing
7	Spare	Unallocated national number
8	Restart with last digit but one (n-1)	Line out of service
9	Restart with last digit but two (n-2)	Spare
10	Spare	Spare
11	Spare	Spare
12	Spare	Spare
13	Spare	Spare
14	Spare	Spare
15	Spare	Spare

TABLE 8A4.1 : SIGNALLING LOGIC FOR F6 SIGNALLING

Signal / State	Direction	Duration	Variants													
			3-wire						2-wire Philips F6				EMD / F6			
			outgoing			incoming			outgoing		incoming		outgoing		incoming	
			a-wire	b-wire	c-wire	a-wire	b-wire	c-wire	a-wire	b-wire	a-wire	b-wire	a-wire	b-wire	a-wire	b-wire
IDLE	state	continuous	-	-	0 HG	-	-	LM	Guard relay operated		-	M	Guard relay operated		-	LM
SEIZURE	forward	continuous	-	-	LG	-	-	LM	-	G	-	M	-	LG	-	LM
SEIZED (Ackn)	state	continuous	-	-	-	LM	-	-	-	-	M	-	-	-	LM	-
DIALLING PULSE	forward	60 ms	LG HG	-	-	LM	-	-	LG HG	-	M	-	LG HG	-	LM	-
WAITING FOR ANSWER	state	continuous	HG	LG	-	-	-	-	HG	G	-	-	HG	LG	-	-
ANSWER (without metering)	backward	continuous	-	-	-	LM	LM	-	-	-	M	M	-	-	LM	LM
ANSWER (with metering)	backward	150±30 ms	-	-	-	-	LM	-	-	-	-	M	-	-	-	LM
METERING	backward	150±30 ms	-	-	-	-	LM	-	-	-	-	M	-	-	-	LM
CLEAR BACK	backward	continuous	-	-	-	0	LM	-	-	-	0	M	-	-	0	LM
CLEAR FORWARD	forward	continuous pulse	-	-	0	-	-	-	-	S	-	-	100 Hz via a/b 150 ms		-	-
RELEASE GUARD	backward	temporary	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TRUNK OFFERING	forward	continuous	-	LM	-	-	-	-	-	M	-	-	-	LM	-	-
CANCEL OFFERING	forward	continuous	-	LG	-	-	-	-	-	G	-	-	-	LG	-	-
RE-RING	forward	pulse	Ringing current via a- and b-wire in the local network													
Malicious call hold	backward	continuous	-	-	-	LG	-	-	-	-	G	-	-	-	LG	-
Release mal. call	backward	continuous	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-
BLOCKING	state	continuous	-	-	0 HG	-	-	0	Guard relay released		-	0	Guard relay released		-	0

Legend :

- not relevant for this state or signal
 0 open (potential removed)
 S special potential

G ground
 HG high-ohmic ground
 LG low-ohmic ground
 M minus
 HM high-ohmic minus
 LM low-ohmic minus

LAMPIRAN 3
CONTOH TABEL NWP DAN FILE DATA
STK-1000

LAMPIRAN 3.1

STK-10 \$;raffic Report V 1.0
PT Elektrindo Nusantara (c) 1994

NAMA : stk-1000 pandangan
KODE [WILAYAH-SENTRAL] : [0343-3]
TRAF1 : OBSERVASI TRAFIK DAN DATA STATISTIK SISTEM
(Counter Statistik)

NO. CTR	NAMA COUNTER	(ROUTE)	DATA
1	incoming call on this route	(R1)	788
1	incoming call on this route	(R2)	2
1	incoming call on this route	(R3)	1
2	outgoing call dialed to route	(R2)	205
2	outgoing call dialed to route	(R3)	919
2	outgoing call dialed to route	(R6)	2
3	no avail B trunk on route	(R3)	4
3	no avail B trunk on route	(R5)	14
3	no avail B trunk on route	(R7)	17
4	no avail A time slot		0
5	no avail B time slot		0
6	no A time slot on this hwy		0
7	no B time slot on this hwy		0
8	no avail MF receiver		1
9	no avail DTMF receiver		0
10	subscriber went off hook		2,325
11	local call dialed		334
12	subscriber dialing error		73
13	B subscriber busy		46
14	B subscriber ringing		225
15	local call answered		195
16	trunk call dialed		1,126
17	no avail B trunk		4
18	incoming trunk seizure		791
19	incoming signaling completed		737
20	incoming trunk call answered		521
21	Unused CPU cycles from LMT		11,378,546
22	Call data transfer errors		0
23	Call data messages errors in SBY mode		0
24	Group Alert calls		0
25	DAP events		35,860
26	call waiting privilege used		0
27	conference call used		0
28	completed forwarded calls		0
29	calls forwarded local/local		2
30	calls forwarded local/trunk		0
31	calls forwarded trunk/trunk		0
32	operator calls		0
33	operator assisted calls		0
34	cancelled no dial		727
35	dialing cancelled		62
36	internal dialing cancelled		63
37	Trunk dialing cancelled	(R2)	13

37	Trunk dialing cancelled	(R3)	60
38	Externally blocked trunk on route		0
39	premature answer on route		0
40	error in trunk signaling	(R2)	3
40	error in trunk signaling	(R3)	41
41	congestion downstream	(R2)	7
41	congestion downstream	(R3)	51
42	B trunk subscriber busy	(R2)	50
42	B trunk subscriber busy	(R3)	297
43	set up speech path	(R2)	134
43	set up speech path	(R3)	493
43	set up speech path	(R6)	2
44	Outgoing trunk call answered	(R2)	108
44	Outgoing trunk call answered	(R3)	393
44	Outgoing trunk call answered	(R6)	2
45	Circuit load (Erl) on the Sub A (Cal'r)		45.68
46	Circuit load (Erl) on the Sub B (Cal'd)		30.06
47	Circuit load (Erl) on the Sub B (i/c)		23.68
48	Circuit load (Erl) on the DTMF		5.19
49	Circuit load (Erl) on the MF		2.04
50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R2)	4.92
50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R3)	19.73
50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R6)	1.61E-02
51	Circuit load (Erl) on the Route # i/c	(R1)	24.81
51	Circuit load (Erl) on the Route # i/c	(R51)	7.77E-03
52	Circuit load (Erl) on the carried call		1.86
53	Outgoing RNA on route	(R2)	26
53	Outgoing RNA on route	(R3)	100
53	Outgoing RNA on route	(R6)	0
53	Outgoing RNA on route	(R55)	0
54	Internal RNA		29
55	internal suffix error		3
56	TECH CTR 10		0
57	TECH CTR 11		0
58	TECH CTR 13		0
59	TECH CTR 14		0
60	TECH CTR 16		0
61	TECH CTR 02		73
62	TECH CTR 40		0
63	TECH CTR 41		3
64	TECH CTR 42		4
65	TECH CTR 43		33
67	IRNA at A05 (board reset)		0
68	IRNA at A75 (LRING)		0
70	IRNA at A86 (TIME OUT)		0
71	delta off hook		0
72	incoming RNA		788

SELANG OBSERVASI: 13-09-94 10:00 Sampai : 13-09-94 11:00
stk-1000 pandaan (0343-3) Tgl: 12-10-1994 Jam: 13:07:34

STK-10 Traffic Report V 1.0
PT Elektrindo Nusantara (c) 1994

NAMA : stk-1000 pandaan
KODE [WILAYAH-SENTRAL] : [0343-3]
TRAF2 : OBSERVASI GOS

NO. CTR	NAMA COUNTER	(ROUTE)	DATA
ICOMING:			
1	incoming call on this route	(R1)	222
1	incoming call on this route	(R2)	18
18	incoming trunk seizure		240
19	incoming signaling completed		221
20	incoming trunk call answered		120
72	incoming RNA		222
ORIGINATING:			
Internal:			
11	local call dialed		223
14	B subscriber ringing		138
15	local call answered		98
36	internal dialing cancelled		58
54	Internal RNA		41
Outgoing:			
16	trunk call dialed		184
37	Trunk dialing cancelled	(R2)	1
37	Trunk dialing cancelled	(R3)	11
39	premature answer on route		0
40	error in trunk signaling	(R2)	1
40	error in trunk signaling	(R3)	16
41	congestion downstream	(R2)	5
41	congestion downstream	(R3)	1
42	B trunk subscriber busy	(R2)	8
42	B trunk subscriber busy	(R3)	4
43	set up speech path	(R2)	73
43	set up speech path	(R3)	68
43	set up speech path	(R6)	2
44	Outgoing trunk call answered	(R2)	62
44	Outgoing trunk call answered	(R3)	47
45	Circuit load (Erl) on the Sub A (Cal'r)		24.33
53	Outgoing RNA on route	(R2)	11
53	Outgoing RNA on route	(R3)	21
53	Outgoing RNA on route	(R6)	2
Internal and Outgoing:			
3	no avail B trunk on route		0
4	no avail A time slot		0
5	no avail B time slot		0
6	no A time slot on this hwy		0
7	no B time slot on this hwy		0

34 cancelled no dial
35 dialing cancelled

524
30

SELANG OBSERVASI: 18-09-94 10:00 Sampai : 18-09-94 11:00
stk-1000 pandaan (0343-3) Tgl: 12-10-1994 Jam: 13:14:57

STK-10 \$traffic Report V 1.0
PT Elektrindo Nusantara (c) 1994

NAMA : stk-1000 pandaan
KODE [WILAYAH-SENTRAL] : [0343-3]
TRAF3 : OBSERVASI TRUNK

NO. CTR NAMA COUNTER (ROUTE) DATA

TRUNK DATA :

Allocated Route(s) in the Numbering Plan :

ROUTE #2 4
ROUTE #6 4

Defined Route(s) :

ROUTE #1 [Incoming]
ROUTE #2 [Outgoing]
ROUTE #3 [Outgoing]
ROUTE #4 [Outgoing]
ROUTE #5 [Outgoing]
ROUTE #6 [Outgoing]
ROUTE #7 [Bothway]
ROUTE #8 [Bothway]
ROUTE #9 [Bothway]
ROUTE #10 [Bothway]
ROUTE #11 [Bothway]
ROUTE #12 [Bothway]
ROUTE #13 [Bothway]
ROUTE #14 [Bothway]
ROUTE #15 [Bothway]
ROUTE #16 [Bothway]
ROUTE #17 [Bothway]
ROUTE #18 [Bothway]
ROUTE #19 [Bothway]
ROUTE #20 [Bothway]
ROUTE #21 [Bothway]
ROUTE #22 [Bothway]
ROUTE #23 [Bothway]
ROUTE #24 [Bothway]
ROUTE #25 [Bothway]

ROUTE #26	[	Bothway]
ROUTE #27	[	Bothway]
ROUTE #28	[	Bothway]
ROUTE #29	[	Bothway]
ROUTE #30	[	Bothway]
ROUTE #31	[	Bothway]
ROUTE #32	[	Bothway]
ROUTE #33	[	Bothway]
ROUTE #34	[	Bothway]
ROUTE #35	[	Bothway]
ROUTE #36	[	Bothway]
ROUTE #37	[	Bothway]
ROUTE #38	[	Bothway]
ROUTE #39	[	Bothway]
ROUTE #40	[	Bothway]
ROUTE #41	[	Bothway]
ROUTE #42	[	Bothway]
ROUTE #43	[	Bothway]
ROUTE #44	[	Bothway]
ROUTE #45	[	Bothway]
ROUTE #46	[	Bothway]
ROUTE #47	[	Bothway]
ROUTE #48	[	Bothway]
ROUTE #49	[	Bothway]
ROUTE #50	[	Bothway]
ROUTE #51	[	Bothway]
ROUTE #52	[	Bothway]
ROUTE #53	[	Bothway]
ROUTE #54	[	Bothway]
ROUTE #55	[	Bothway]
ROUTE #56	[	Bothway]
ROUTE #57	[	Bothway]
ROUTE #58	[	Bothway]
ROUTE #59	[	Bothway]
ROUTE #60	[	Bothway]
ROUTE #61	[	Bothway]
ROUTE #62	[	Bothway]
ROUTE #63	[	Bothway]
ROUTE #64	[	Bothway]
ROUTE #65	[	Bothway]
ROUTE #66	[	Bothway]
ROUTE #67	[	Bothway]
ROUTE #68	[	Bothway]
ROUTE #69	[	Bothway]
ROUTE #70	[	Bothway]
ROUTE #71	[	Bothway]
ROUTE #72	[	Bothway]
ROUTE #73	[	Bothway]
ROUTE #74	[	Bothway]
ROUTE #75	[	Bothway]
ROUTE #76	[	Bothway]
ROUTE #77	[	Bothway]

ROUTE #78 [Bothway]
 ROUTE #79 [Bothway]
 ROUTE #80 [Bothway]
 ROUTE #81 [Bothway]
 ROUTE #82 [Bothway]
 ROUTE #83 [Bothway]
 ROUTE #84 [Bothway]
 ROUTE #85 [Bothway]
 ROUTE #86 [Bothway]
 ROUTE #87 [Bothway]
 ROUTE #88 [Bothway]
 ROUTE #89 [Bothway]
 ROUTE #90 [Bothway]
 ROUTE #91 [Bothway]
 ROUTE #92 [Bothway]
 ROUTE #93 [Bothway]
 ROUTE #94 [Bothway]
 ROUTE #95 [Bothway]
 ROUTE #96 [Bothway]
 ROUTE #97 [Bothway]
 ROUTE #98 [Bothway]
 ROUTE #99
 ROUTE #100 [Outgoing]

Allocated Channel(s) :

ROUTE #1 : 60 Chanel(s)
 ROUTE #2 : 17 Chanel(s)
 ROUTE #3 : 40 Chanel(s)
 ROUTE #4 : 1 Chanel(s)
 ROUTE #6 : 2 Chanel(s)

3	no avail B trunk on route	(R5)	1
3	no avail B trunk on route	(R7)	1
38	Externally blocked trunk on route		0

TRAFFIC LOAD :

50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R2)	5.41
50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R3)	20.48
50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g	(R6)	4.97E-02

CALL :

16	trunk call dialed		1,247
----	-------------------	--	-------

EVENT DISTRIBUTION:

37	Trunk dialing cancelled	(R2)	10
37	Trunk dialing cancelled	(R3)	60
42	B trunk subscriber busy	(R2)	72
42	B trunk subscriber busy	(R3)	346
44	Outgoing trunk call answered	(R2)	145
44	Outgoing trunk call answered	(R3)	420
53	Outgoing RNA on route	(R2)	17
53	Outgoing RNA on route	(R3)	77

Lampiran 3.1-7

53	Outgoing RNA on route	(R6)	3
60	TECH CTR 16		0
62	TECH CTR 40		0
63	TECH CTR 41		5
64	TECH CTR 42		1
65	TECH CTR 43		25

ATBN :

17 no avail B trunk

0

SELANG OBSERVASI: 12-09-94 10:00 Sampai : 12-09-94 11:00
 stk-1000 pandaan (0343-3) Tgl: 12-10-1994 Jam: 13:05:47

LAMPIRAN 3.2

Keterangan :

Rom1 adalah Route Outgoing MEA-1

Rom2 adalah Route Outgoing MEA-2, bila ada

Rt adalah Route Outgoing TOLL, bila ada

2. Untuk mengisi kolom-kolom dari Tabel [NWP-01] , dapat dilakukan dengan mengambil Data Trafik dari Tabel[3 - 1] , Tabel[3 - 2] , dan Tabel[3 - 3] yang sesuai dengan penjelasan Nama Counter baik dari Tabel-tabel Data Trafik maupun dari Tabel [NWP-01]. Misalnya
Kemudian untuk memperhitungkan DISTRIBUSI LOST CALL PADA STK-1000 dapat dilakukan dengan menggunakan Tabel [] berikut:

NO	RINCIAN DISTRIBUSI LOST CALL PADA STK-1000			KETERANGAN
1	LOST DI ORIGINATING			CALL %
1a	NO COUNTER	NAMA COUNTER		
	Originating :			
	10	Subscriber went off hook	100	Call attemp
1b	LO:			
	12	Subscriber dialing error		
	34	Cancelled no dial		
	35	Dialing cancelled		
	36	Internal dialing cancelled		
	37(Rt)	Trunk dialing cancelled (Rt)		
	37(Rmo1)	Trunk dialing cancelled (Rmo1)		
	37(Rmo2)	Trunk dialing cancelled (Rmo2)		
	55	Internal suffix error		
	Jumlah LO :			
2	LOST DI SENTRAL			CALL %
2a	NO COUNTER	NAMA COUNTER		
	Bid Sentral :			
		Counter 10 - LO	100	
2b	LS:			
	5	No avail B time slot		
	8	No avail MF receiver		
	17	No avail B trunk		
	Jumlah LS :			
3	LOST DI TERMINATING			CALL %
3a	NO COUNTER	NAMA COUNTER		
	Terminating :			
		Counter 10 - LO - LS	100	Bid pada proses terminating
3b	LT:			
	13	B subscriber busy		
	54	Internal RNA		
	Jumlah LT :			

3. Dari Tabel [] masukan Jumlah LOST DI ORIGINATING (LO), Jumlah LOST DI SENTRAL (LS) dan Jumlah LOST DI TERMINATING (LT) , pada Fasilitas yang telah disediakan. Selanjutnya dilakukan PENGISIAN TABEL DISTRIBUSI LOST CALL DAN SCR (NWP-02) STK-1000 , sebagai berikut :

3.3 Cara Mengambil Data Trafik

Tujuan :

Kunci yang digunakan : <Esc>, <Space Bar>, <Panah atas>, <Panah bawah> ,
<Panah kiri>, <Panah kanan>, dan <Enter>.

Lampiran 3.2-2

Prosedur Pelaksanaan :

1. Prosedur ini baru dapat dilakukan setelah diperoleh hasil Print-out dari Data Trafik 1,2,3. Kemudian Data Trafik tersebut diisikan pada kolom-kolom TABEL PARAMETER NETWORK SENTRAL STK- 1000 , [NWP-01] dan [NWP-02]. Tabel [NWP-01] mengandung beberapa parameter yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

TABEL PARAMETER NETWORK [NWP-01] STK-1000

NO	KOLOM	NAMA	ISI KOLOM			PENJELASAN NAMA COUNTER
			OG MEA 1	OG MEA 2	OG TOLL	
			15	15	15	
1	C	SIRKIT OPERASI				
2	D	SIRKIT BLOCK	C38(Rom1)	C38(Rom2)	C38(Rt)	C38:Externally Block Trunk on Route (Rx)
3	E	SIRKIT AKTIP	C - D	C - D	C - D	
4	F	TRAFIK TERUKUR	C50(Rom1)	C50(Rom2)	C50(Rt)	C50:Circuit load (Erl) on the Route (Rx)
5	G	CALL SEIZURE	C2(Rom1)	C2(Rom2)	C2(Rt)	C2:Outgoing call dialed to route (Rx)
6	H	ANSWERED CALL	C44(Rom1)	C44(Rom2)	C44(Rt)	C44:Outgoing trunk call answered (Rx)
7	I	ASR(%)	(H/G) x 100	(H/G) x 100	(H/G) x 100	
8	J	SCH	G *) / C	G *) / C	G *) / C	*) :selama 1 jam sibuk
9	K	MHTS(MENIT)	(F / C) x 60	(F / C) x 60	(F / C) x 60	(Circuit load (Erl) / Jml sirket beroperasi) x 60
10	L	OCCUPANCY	F / E	F / E	F / E	
11	M	LOST DI SIRKIT(%)	C3(Rom1)	C3(Rom2)	C3(Rt)	C3:No available B trunk on route (Rx)
JENIS KEGAGALAN						
12	N	C39,40	C39(Rom1) + C40(Rom1)	C39(Rom2) + C40(Rom2)	C39(Rt) + C40(Rt)	C40:Error in trunk signalling (Rx)
13	O	C41	C41(Rom1)	C41(Rom2)	C41(Rt)	C41:Congestion downstream (Rx)
14	P	C8	C8(Rom1)	C8(Rom2)	C8(Rt)	C8:No available MF receiver (Rx)
15	Q	C53	C53(Rom1)	C53(Rom2)	C53(Rt)	C53:Outgoing RNA on route (Rx)
18	R	C37	C37(Rom1)	C37(Rom2)	C37(Rt)	C37:Trunk dialed cancelled (Rx)
17	S	C42	C42(Rom1)	C42(Rom2)	C42(Rt)	C42:B trunk subscriber busy
18	T	C3	C3(Rom1)	C3(Rom2)	C3(Rt)	C3:No available B trunk on route (Rx)

Lanjutan (NWP-02)

TABEL DISTRIBUSI LOST CALL DAN SCR (NWP-02) UNTUK STK-1000

NO	KOLOM	NAMA	ISI KOLOM	NOMOR COUNTER	KETERANGAN NOMOR COUNTER
11	M	ASR(%) SLJJ	C2(Rt) / C44(Rt)	C2 C44	Outgoing call on this route (Rx) Outgoing trunk call answered (Rx)
12	N	SCR(%) LOKAL INTERNAL	(Uhal keterangan pada lembar * CARA PERHITUNGAN SCR PADA STK-1000 *)		
13	O	SCR(%) LOKAL MULTI EXCH.	(Uhal keterangan pada lembar * CARA PERHITUNGAN SCR PADA STK-1000 *)		
14	P	SCR(%) SLJJ	(Uhal keterangan pada lembar * CARA PERHITUNGAN SCR PADA STK-1000 *)		
15	Q	TRAFIK - INTERNAL	C46	C46	Circuit load (Erl) on the sub B (Cal'd)
16	R	TRAFIK - OUTGOING	C50(Rt)+C50(Rom1)+ C50(Rom2)	C50	Circuit load (Erl) on the Route # o/g (Rx)
17	S	TRAFIK-TERMINATING	..... ..... .....	C47 C51	Circuit load (Erl) on the Sub B i/c Circuit load (Erl) on the Route # i/c R(x)

4. Sebelum dilakukan Pengisian Tabel Distribusi Lost Call dan SCR (NWP-02) Untuk STK-1000 ,

terlebih dahulu dilakukan PERHITUNGAN SCR PADA STK-1000 , sebagai berikut :

ABEL DISTRIBUSI LOST CALL DAN SCR (NWP-02) UNTUK STK-1000

NO	KOLOM	NAMA	ISI KOLOM	NOMOR COUNTER	KETERANGAN NAMA COUNTER
1	C	CALL ATTEMP	C10	C10	Subscriber went off hook
2	D	LOST CALL	C12+C34+ C35+C36+C55+ C37(Rt)+ C37(Rom1)+ C37(Rom2)	C12 C34 C35 C36 C37(Rt) C37(Rom1) C37(Rom2) C55	Subscriber dialing error Cancelled no dialed Dialing cancelled Internal dialing cancelled Trunk dialing cancelled Trunk dialing cancelled Trunk dialing cancelled Internal suffix error
3	E	LO(%)	(D / C) X 100	-	(Isi kolom D / Isi kolom C) x 100
4	F	BID SENTRAL	C - D	-	Isi kolom C - Isi kolom D
5	G	LOST CALL	C5+C8+C17	C5 C8 C17	No avail B time slot No avail MF receiver No avail B trunk
6	H	LS(%)	(G / S) X 100	-	-
7	I	TERMIN.CALL	(F - G)	-	-
8	J	LOST CALL	C13+C54	C13 C54	B subscriber busy Internal RNA
9	K	LT(%)	(J / I) x 100	-	-
10	L	ASR(%) LOKAL MULTI EXCH.	[C2(Rom1)+C2(Rom2)] dibagi [C44(Rom1)+ C44(Rom2)]	C2 C44	Outgoing call on this route (Hx) Outgoing trunk call answered (Rx)

hat lanjutan

LAMPIRAN 4
ATRIBUT PELANGGAN STK-1000

ATTRIBUTE PELANGGAN

LAMPIRAN 4

Jenis-Jenis Pelanggan STK-1000 :

Pelanggan dapat dibedakan atas :

1. Pelanggan biasa.
2. Pelanggan dengan metering (payphone).
3. Operator.

Sedangkan fasilitas pelanggan adalah :

1. Barring:
 - 1.1. Penerima.
 - 1.2. Pemanggil.
 - 1.3. SLJJ.
 - 1.4. SLI.
 - 1.5. Info provider.
 - 1.6. Forwarded call.
2. Malicious call tracing. ANI (Automatic Number Identification)
3. Hot line.
4. Speed Dial. Abbreviated dialing.
5. Call forwarding. Call diversion.
6. Call waiting.
7. Three way confrence.

Jenis pelanggan STK-1000

Lampiran 4-2

1. Pelanggan biasa.

Pelanggan biasa STKE telah memenuhi spesifikasi yang diminta PT Telkom. Hal ini dibuktikan oleh hasil uji terima di lima lokasi.

Beberapa hal yang harus diperhatikan / sering menjadi pertanyaan:

- 1.1. Jarak terjauh pelanggan (percobaan di Baturiti : 14km masih baik).
- 1.2. Diameter kabel pelanggan (4mm, 6mm, 8mm).
- 1.3. Resistansi a,b, ground.

2. Pelanggan dengan metering.

Dihuat dari komponen yang sama dengan pelanggan biasa, sehingga mempunyai sifat (karakteristik) yang persis sama.

Tersedia dua macam sinyal metering yaitu:

- 2.1. Pembalikan polaritas.
- 2.2. Sinyal 16 kHz.

Kedua macam sinyal ini dapat dipilih dengan merubah jumper pada modul (card) pelanggan.

Sinyal metering dikirimkan sesuai perintah dari sentral lawan / sentral tol. Apabila tidak terdapat sentral tol maka akan digunakan pola persinyalan single metering, sedangkan apabila terdapat sentral tol maka akan digunakan pola persinyalan multi metering.

3. Operator.

Operator STKE adalah pelanggan biasa yang telah diubah statusnya (dengan software) sehingga dapat melakukan:

- 3.1. Barge-in. Yaitu ikut mendengar & berbicara pada suatu percakapan yang sedang berlangsung. (Bila conference option terpasang).
- 3.2. Break-in. Yaitu membubarkan pembicaraan yang sedang berlangsung dan selanjutnya berbicara pada salah satu pelanggan tsb.
- 3.3. Operator assisted call. Membantu membangun hubungan secara manual, misalnya untuk menyambung ke WB.

Operator akan dilengkapi terminal yang dapat membantu memberi informasi biaya percakapan.

BARRING

1. *Penerima*

Adalah untuk mencegah pelanggan menerima panggilan (misalnya telepon umum, atau pemblokiran karena masalah administrasi).

2. *Pemanggil*

Adalah untuk mencegah pelanggan membuat panggilan (misalnya karena terlambat membayar).

3. *SLJJ*

Adalah untuk mencegah pelanggan melakukan panggilan SLJJ.

4. *SLI*

Untuk pelanggan yang belum mendaftar SLI.

5. *Info provider*

Info provider adalah saluran pelanggan yang memberikan layanan khusus berbayar. Misalnya pelayanan informasi jodoh, dimana penelepon akan dikenakan biaya pulsa + biaya informasi. Di beberapa negara lain, info provider ini diberi area code tersendiri dan pelanggan berhak meminta supaya pesawat teleponnya tidak dapat digunakan untuk memanggil info provider. Hal ini terutama untuk pelanggan yang punya anak kecil di rumah.

6. *Forwarded call.*

Karena adanya fasilitas call forwarding. Maka supaya pelanggan tidak dapat seandainya mengalihkan panggilan ke tempat lain (ke rumah pak camat misalnya) maka disediakan barring untuk mencegah forwarded call.

FASILITAS LAIN:

Lampiran 4-4

1. *Mallicious call tracing (MCT).*

Dikenal pula sebagai ANI (Automatic Number Identification). Dengan MCT atau ANI ini maka nomer telepon pemanggil dapat diketahui pada saat pembicaraan masih berlangsung. Hal ini berguna untuk misalnya mencari lokasi penculik seperti di film-film itu.

STKE dapat melayani MCT internal, panggilan dari luar, maupun panggilan telepon ke luar STKE.

2. *Speed Dial.*

Dikenal pula sebagai Abreviated dialing. Maksudnya untuk mengurangi waktu yang diperlukan untuk memanggil nomer-nomer yang sering dituju.

Misalnya dari Elektrindo sering mengirim fax ke Amerika dengan nomer 001-818-773-0905, maka nomer ini dapat disimpan di sentral dan dapat dipanggil hanya dengan menekan 1#.

Speed dial pada STKE dapat menyimpan sampai 8 nomer per pelanggan (1# s/d 8#).

3. *Hot line.*

Hot line adalah semacam speed dial namun lebih lagi karena pelanggan tidak perlu memutar nomor sama sekali. Begitu pesawat telepon diangkat maka pesawat yang dituju akan langsung berdering. Nomor yang dituju diprogram dan dihapus oleh operator sentral.

4. *Call forwarding.*

Dikenal pula sebagai Call diversion. Maksudnya agar panggilan telepon pelanggan A dapat disalurkan ke pelanggan X, atas perintah pelanggan A.

Misalnya si A akan pergi ke tempat si X tetapi sedang menunggu panggilan telepon penting. Maka si A dapat memprogram supaya panggilan telepon ke tempat A dialihkan ke tempat X. Cara memprogram adalah dengan menekan #74-no.telp.X. Setelah si A pulang maka si A dapat membatalkan kembali call forwarding dengan menekan #75. (Kode #74 dan #75 dapat diganti sesuai keinginan penyelenggara komunikasi/PT Telkom)

5. *Call waiting.*

Memungkinkan menerima panggilan meskipun masih sedang berbicara dengan pelanggan lain.

6. *Three way confrence.*

Memungkinkan tiga pihak berbicara sekaligus. Kemungkinan besar fasilitas ini tidak bisa dilaksanakan karena dalam proyek yad confrence option tampaknya belum dikehendaki.

LAMPIRAN 5
DATA PARAMETER NETWORK STK-1000
PANDAAN

LAMPIRAN 5.1

```

=====
;
; PENOMERAN DAN ROUTING
;
; STK-1000 di PANDAAN
;
=====
; Revisi:
; 12Mar93 prn versi sementara untuk test integrasi
; 12Mar93 afs penambahan nomer incoming (entry)
; 13Mar93 avi penambahan nomer cong
; 14Mar93 prn penyesuaian dengan penetapan operasi PDA
; 18Apr93 prn delete penomeran masa integrasi
; 28Apr94 snt atur rute, utk. keperluan trafik monitoring.
;
=====
;
=====
; Local Pandaan area
;
=====
; Menggunakan penomeran empat digit
; supaya dapat menampung nomer 31-"000"
;
=====
11431XXX Local 4 ; Revertive Call
31XXX Local 4 ; Local Call
101# Route 6 4 Long Dis ; Indosat
108 Station 1229 ; PENERANGAN
110 Station 1110 ; Polisi
161 Station 1113 ; Kebakaran
117 Station 1117 ; Pengaduan
163 Station 1118 ; Ambulans
109 Station 1012 ; Info billing
162 Station 1228 ; Info pemasaran
; Pengetesan announcement :
1* ANN 0
2* ANN 1
3* ANN 2
4* ANN 3
5* ANN 4
6* ANN 5
7* ANN 6
8* ANN 7
9* ANN 8
;
=====
;
; Non-local call ; MEA, SLJJ, dan SLI
;
=====
;
; Tabel rute
;
; Rute Arah (PDA) keterangan
;
; 1 all i/c incoming call
; 2 MEA o/g direct MEA
; 3 SLJJ o/g direct SLJJ
; 4 all o/g rebutan direct MEA & SLJJ
; 5 MEA o/g prefix 9 MEA (diserap)
; 6 10X o/g special service routed to PS
;
;
;

```

;Channel assignment

	kanal					
	00000	00001	11111	11112	22222	22223
	12345	67890	12345	67890	12345	67890
Sistem A	00000	00000	00000	00000	00000	00000
Sistem B	11111	11111	11111	42222	33333	33333
Sistem C	11111	11111	11111	22222	33333	33333
Sistem D	11111	11111	11111	22226	33333	33333

Rute	Arah	PDA	juml	Sistem	Koneksi	keterangan
1	all	i/c	45	D 01-15 B 01-15 C 01-15	PS1 10Mei93 PS3 22Apr93 PS2 12Mar93	incoming call
2	MEA	o/g	14	D 17-20 C 16-20 B 16-20	PS1 10Mei93 PS2 12Mar93 PS3	direct MEA
3	SLJJ	o/g	30	D 21-30 B 21-30 C 21-30	PS1 10Mei93 PS3 22Apr93 PS2 12Mar93	SLJJ
4	all	o/g	1	B 16	PS3 22Apr93	rebutan MEA/SLJJ
5	Tidak dipakai					
6	10X	o/g	1	D 20	PS1 10Mei93	special service ke PS

Data Pengukuran STK-1000 STO Pandaan LAMPIRAN 5.2
Bulan September 1994

No.	No. Counter	Nama	Rute		
			2 (o/g MEA)	3 (o/g SLJJ)	6 (o/g S. Serv)
1	38	Sirkit Operasi	14	30	1
2		Sirkit Block	0	0	0
3		Sirkit Aktif	14	14	14
	50	Trafik Terukur (Erl)			
		12	5.14	20.48	0.0497
		13	4.92	19.73	0.0161
		14	3.9	23.12	0.0694
		15	3.82	21.11	0.0291
		16	error	error	error
		Rata-rata	4.445	21.11	0.041075
4	2	Call Seizure			
		12	251	993	3
		13	205	919	2
		14	151	987	10
		15	224	959	4
		16	405	337	38
		Rata-rata	247.2	839	11.4
5	44	Answered Call			
		12	145	420	3
		13	108	493	2
		14	88	395	5
		15	109	369	2
		16	187	152	9
		Rata-rata	127.4	365.8	4.2
6	3	Loss di Sirkit (%)			
		12	0	0	0
		13	4	0	0
		14	0	0	0
		15	0	0	0
		16	0	0	0
		Rata-rata	0.8	0	0
7	12	Sub. Dialling Error			
		12		63	
		13		73	
		14		35	
		15		58	
		16		69	
		Rata-rata		59.6	

Data Pengukuran STK-1000 STO Pandaan
Bulan September 1994 (lanjutan)

Lampiran 5.2-2

No.	No. Counter	Nama	Rute		
			2 (o/g MEA)	3 (o/g SLJJ)	6 (o/g S. Serv)
8	34 Tanggal :	Cancelled No. Dial			
		12		908	
		13		727	
		14		617	
		15		893	
		16		1584	
		Rata-rata		9458	
9	35 Tanggal :	Dial. Cancelled			
		12		74	
		13		62	
		14		75	
		15		97	
		16		119	
		Rata-rata		654	
10	36 Tanggal :	Int. Dial. Cancelled			
		12		69	
		13		63	
		14		84	
		15		87	
		16		162	
		Rata-rata		93	
11	37 Tanggal :	Trunk Dial. Cancel.			
		12	10	60	0
		13	13	60	0
		14	9	59	0
		15	11	70	2
		16	19	39	8
		Rata-rata	12.4	57.6	2
12	55 Tanggal :	Int. Suffix Error			
		12		4	
		13		3	
		14		14	
		15		3	
		16		5	
		Rata-rata		58	
13	5 Tanggal :	No Avail. B T. Slot			
		12		0	
		13		0	
		14		0	
		15		0	
		16		0	
		Rata-rata		0	

**Data Pengukuran STK-1000 STO Pandaan
Bulan September 1994 (lanjutan)**

Lampiran 5.2-3

No.	No. Counter	Nama	Call
14	8	No Avail. MF Rec.	
	Tanggal :	12	3
		13	1
		14	0
		15	4
		16	0
		Rata-rata	1.6
15	17	No Avail. B Trunk	
	Tanggal :	12	0
		13	4
		14	0
		15	0
		16	4
		Rata-rata	1.6
16	13	B Sub. Busy	
	Tanggal :	12	52
		13	46
		14	76
		15	71
		16	49
		Rata-rata	58.8
17	54	Internal RNA	
	Tanggal :	12	68
		13	29
		14	33
		15	39
		16	92
		Rata-rata	52.2
18	10	Call Attempt	
	Tanggal :	12	2727
		13	2325
		14	2307
		15	2679
		16	3155
		Rata-rata	2638.6
19	39	Prem.Ans.On Route	
	Tanggal :	12	0
		13	0
		14	0
		15	0
		16	0
		Rata-rata	0

Data Pengukuran STK-1000 STO Pandaan
Bulan September 1994 (lanjutan)

Lampiran 5.2-5

No.	No. Counter	Nama		
26	9	No DTMF Receiver		
	Tanggal :	12		0
		13		0
		14		0
		15		3
		16		0
		Rata-rata		0.6
27	11	Local Call Dialed		
	Tanggal :	12		433
		13		334
		14		432
		15		447
		16		564
		Rata-rata		442
28	16	Trunk Call Dialed		
	Tanggal :	12		1247
		13		1126
		14		1148
		15		1187
		16		820
		Rata-rata		1105.6
29	18	i/c Trunk Seizure		
	Tanggal :	12		1020
		13		791
		14		485
		15		850
		16		682
		Rata-rata		765.6
30	42	B Trunk Sub. Busy	R2	R3
	Tanggal :	12	72	346
		13	50	297
		14	31	295
		15	64	338
		16	146	47
		Rata-rata		264.6
31	19	i/c Signal. Compl.		
	Tanggal :	12		1007
		13		737
		14		445
		15		837
		16		671
		Rata-rata		739.4

Data Pengukuran STK-1000 STO Pandaan
Bulan September 1994 (lanjutan)

Lampiran 5.2-6

No.	No. Counter	Nama	
32	20 Tanggal :	i/c Trunk Call Ans.	
		12	623
		13	521
		14	327
		15	566
		16	372
		Rata-rata	481.3
33	1 Tanggal :	i/c call on route (R1)	
		12	1019
		13	783
		14	483
		15	849
		16	682
		Rata-rata	764.2

KANDATEN PASURUAN

PASIR MUKUR DEKORASI SENTRAL

LAMPIRAN 5.3

POSISI : SEPTEMBER 1994

WITEL : VII

KANTOR : JALAN PASURUAN

SPP3-1

GRAL		KAPASITAS			TG	TA	T I			TF	RET
JENIS MERK	PAMA	SOT	COT	TOTAL	0,01	99,95	TR	DDI/DBI	PL	100%	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TLS NEAX61E	PDA DIGITAL	7000	1030	8030	0	100	92.34	0.32	49.94	100	
STK 1000	PDA DIG	1000	90	3090	0	100	86.39	0	50	100	
STDI SIEMENS	GEM DIG	1500	60	2160	0	100	98.83	0	36.87	100	
NEAX61E	PGE DIG	3000	60	3060	0	100	100	1.8	15.44	100	
NEAX61E	BG DIG	3000	50	3050	0	100	100	1.36	10.56	100	

Mengetahui :
KADIN

ACHMAD

NIK : 051171

Pasuruan, 20 SEPTEMBER 1994

dibuat oleh :

KADUBSI EVALUASI TRAFIK

LILU TUGI

NIK : 641587

DATA POTENSI SENTRAL TELEPON

PERIODE : SEPTEMBER 1994

Lampiran 5.3-2

SENTRAL TELEPON MANUAL DAN OTOMAT

SIS- TEM	MEREK/NAMA	TYPE/KODE	FUNGSI	PO	INCOMING				OUTGOING				KAPA- SITAS	NO TEST	NO CADA NGAN	KAPS- JUAL MAXIMU	INTER- LOKAL	SPECIAL SERVICE		TER- ISI	SISA	TANGGAL INTEGRASI	RE- TE- RA- NGAN
					SI DIA	JML TERSE- DIA	JML BER- GPE- RASI	JML TERSE- DIA	JML BER- GPE- RASI	T	D												
3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.				
OT.	NEAX	NEAX61E	COMB	-	270	270	270	270	7000	12	70	6890		28	27	4776	2224			20-2-93			
OT.	NEAX	NEAX61E	L S	-	30	30	30	30	3000	7	30	2953		5	5	1750	1250			19-10-92			
OT.	NEAX	NEAX61E	L S	-	30	30	30	30	3000	8	30	2956		6	5	1426	1574			19-7-93			
OT.	STK 1000	E N	L S	-	45	45	45	45	1000	9	10	978		3	3	991	9			19-14-93			
OT.	NEAX 61 E		RLU						2000		20	1980				435	1565			19-01-94			
OT	SIEMENS	SIEMENS	L S	-	30	30	30	30	1500	7	15	1475		3		1147	353			19-04-93			
OT	SIEMENS	SIEMENS	DLU						600		6	594				330	270			11-02-94			
O T O M A T																							
C . B																							
L . B																							
W.B Interlokal																							
J U M L A H					10	405	405	405	405	18100	43	181	17831	0	45	48	10855	7245					

an :

asang
eraskan

Mengetahui,
KARANDATEL PASURUAN

Sto

GRILYANTO

NIK : 490571

Pasuruan, 19 SEPTEMBER 1994

Dibuat oleh,
KARANDATEL

ACHMAD A RIZA

NIK : 651171

LAMPIRAN 6
USULAN TUGAS AKHIR

01 DEC 1993

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO - ITS

EE.1799 TUGAS AKHIR - 6 SKS

Nama Mahasiswa : Ari Muladi
Nomor Pokok : 2882200988
Tugas Diberikan : 27 Nopember 1993
Tugas Diselesaikan : 27 Mei 1993
Dosen Pembimbing : Ir. Hang Suharto, MSc.
Judul Tugas Akhir :

" STUDI PENGKAJIAN SENTRAL TELEPON DIGITAL KECIL
STK-1000 "

Uraian Tugas Akhir :

Pada dewasa ini telah berhasil dirancang dan dibuat suatu sentral telepon digital kecil dengan *local content* lebih dari 80%. Dengan adanya sentral ini diharapkan dapat terpenuhinya kebutuhan masyarakat akan layanan sambungan telepon untuk kawasan wilayah yang kecil (kawasan industri, real-estate) dengan biaya yang relatif rendah serta keandalan yang tinggi.

Sesuai dengan fungsinya, sentral telepon ini dinamakan STK-1000 (Sentral Telepon Digital Kecil-1000) dengan kapasitas kurang dari 2000 ss, dibuat oleh PT. Elektrindo Nusantara.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai konsep dasar *switching*, konfigurasi, serta hasil-hasil operasi dari sentral tersebut.

Surabaya, 27 Nopember 1993

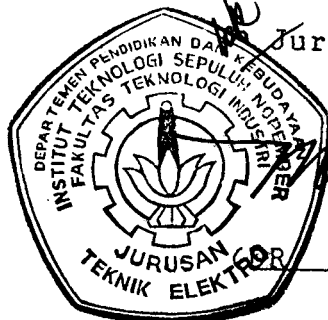
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi
Koordinator,

Menyetujui :
Dosen Pembimbing

(Ir. M. Aries Purnomo)
NIP. 130 532 040

26
11/93

(Ir. Hang Suharto, MSc.)
NIP. 130 520 753



Mengetahui :
Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS
Ketua,

(Ir. M. Salehudin, MEng. Sc.)
NIP. 130 532 026

USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI PENGKAJIAN SENTRAL TELEPON DIGITAL KECIL STK-1000
- B. RUANG LINGKUP : - Sistem Komunikasi
- Teleponi Digital
- Teknik Switching dan Teleponi
- C. LATAR BELAKANG : Kegunaan utama dari jaringan telepon adalah untuk menyediakan suatu saluran transmisi untuk pembicaraan yang secara bersama-sama dan dua arah antara dua pelanggan. Beberapa fungsi penting dari jaringan telepon adalah mengatur hubungan antar pelanggan, penyaluran ke pelanggan serta pensinyalan dalam jaringan, pertukaran berikut pengolahan informasi dan membangkitkan perintah-perintah untuk kemudahan administratif. Sebagian besar fungsi-fungsi tersebut di atas, dilakukan oleh sentral. Seiring dengan perkembangan teknologi yang membawa kita ke era informasi digital, maka sentral telepon yang dulunya kebanyakan bekerja secara

analog, kini lebih cenderung digunakan sentral telepon digital yang mempunyai kelebihan-kelebihan jika dibandingkan dengan sentral analog. Namun pada saat ini untuk mengadakan suatu sentral telepon digital harus disertai dengan investasi yang relatif besar, karena biasanya sentral telepon digital ditujukan untuk melayani sambungan telepon dengan jumlah yang besar. Sedangkan keadaan pasar pada saat ini adalah dibutuhkannya suatu sentral telepon digital untuk melayani sambungan telepon yang berjumlah relatif kecil (di bawah 5000 ss) dengan harga yang rendah. Untuk menjawab kebutuhan tersebut maka telah dirancang dan dikembangkan suatu sentral telepon digital kecil dengan *local content* lebih dari 80% oleh PT. Elektrindo Nusantara, yang bernama STK-1000 dengan kapasitas kurang dari 2000 ss.

D. PENELAAHAN STUDI : Dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai konsep dasar *switching*,

konfigurasi serta hasil-hasil operasi dan analisa mengenai sentral telepon digital kecil tersebut.

E. TUJUAN : Mempelajari konsep *switching* yang digunakan serta menganalisa sentral tersebut.

F. LANGKAH-LANGKAH : 1. Studi literatur
2. Pengumpulan dan pengolahan data
3. Pembahasan masalah
4. Penulisan laporan

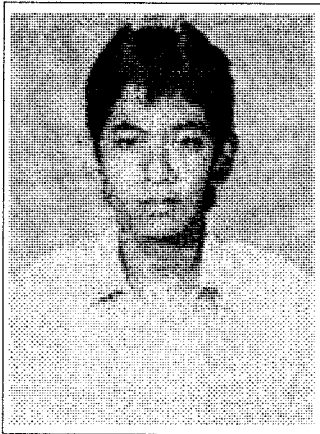
G. JADWAL KEGIATAN :

	BULAN KE					
	1	2	3	4	5	6
Studi literatur						
Pengumpulan dan pengolahan data						
Pembahasan masalah						
Penulisan laporan						

H. RELEVANSI : Diharapkan hasil studi pengkajian mengenai sentral telepon digital kecil STK-1000 ini dapat digunakan sebagai masukan untuk perencanaan

dan pengembangan jaringan telepon
digital di negara kita.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ari Muladi

Tempat/Tanggal Lahir: Wonogiri, 2 September 1968

Agama : Islam

Nama Ayah : Soelasno (alm.)

Nama Ibu : Sriyati

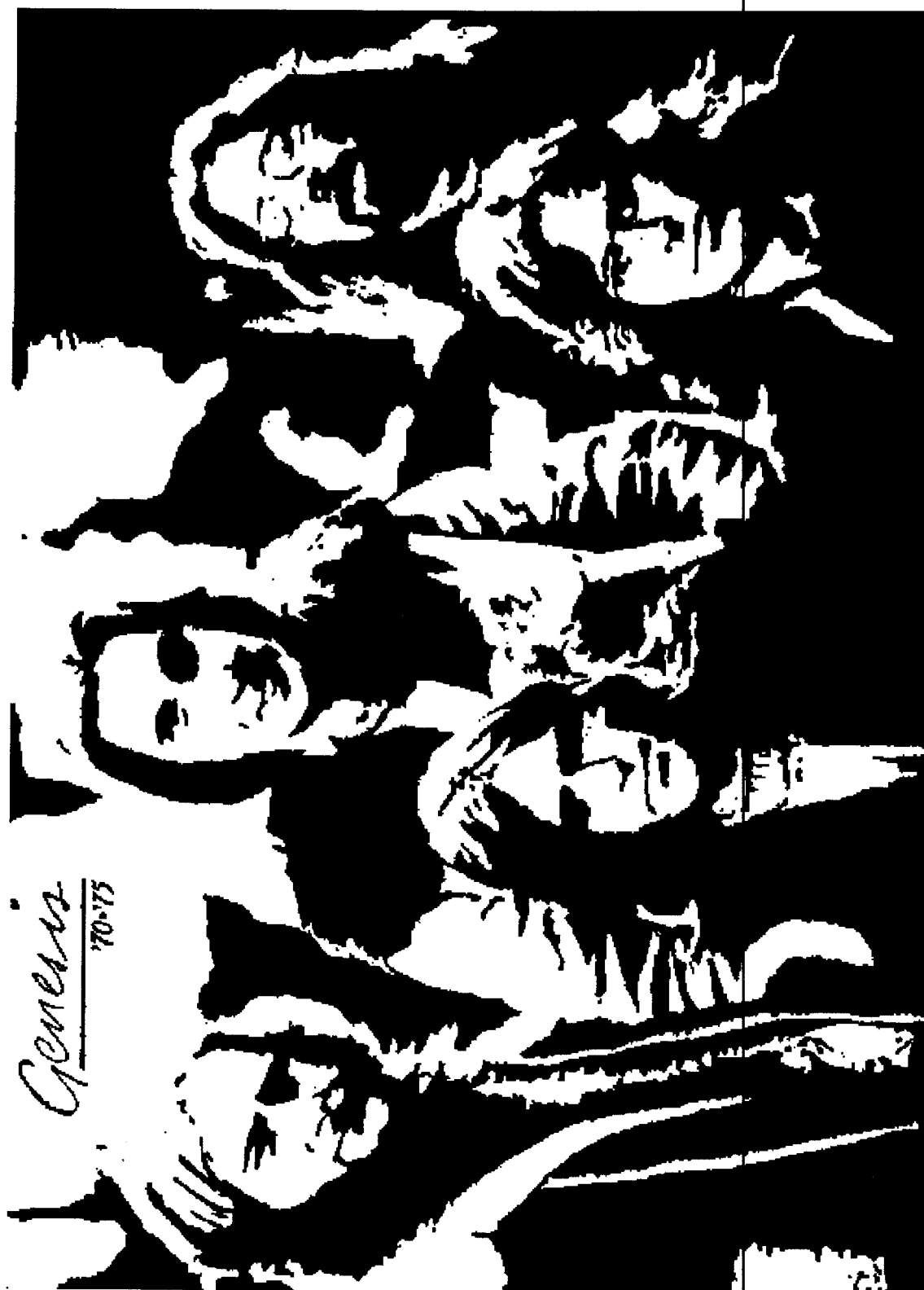
Alamat : Jl. Veteran 198, Solo

Penulis adalah anak ke sepuluh dari sepuluh bersaudara.

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 64 Kemasan Solo, lulus pada tahun 1982.
2. SMP Negeri 3 Solo, lulus tahun 1985.
3. SMA Negeri 1, Solo, lulus tahun 1988.

Diterima di Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Jurusan Teknik Elektro melalui SIPENMARU pada tahun 1988. Saat ini penulis sedang menyelesaikan studi di Bidang Studi Teknik Telekomunikasi.



The Most Valueable "Wide Band" in The World